

# **Desenvolvimento de Atividades de Suporte à Implementação de um Sistema Informático de Controlo da Produção**

*Inês Teixeira Costa de Novaes Bastos*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



**Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial**

2017-07-10

*Aos meus Pais, Paulo, família e amigos.*

## Resumo

A Amorim & Irmãos, S.A. é reconhecida a nível mundial como sendo a maior produtora e fornecedora de rolhas de cortiça. A empresa, tendo sido criada em 1870, conseguiu até aos dias de hoje manter uma posição de liderança no mercado ao apostar numa cultura de constante inovação e foco nas necessidades dos seus clientes, as quais foram surgindo com o desenvolvimento do setor vitivinícola.

Deste modo, tendo por base não só a visão futura de evolução das atividades de apoio à produção, mas também a melhoria da agilidade na tomada de decisão a nível operacional, sem nunca esquecer a eficiência necessária na gestão de recursos, surgiu a necessidade de implementar um sistema de controlo da produção: o *Manufacturing Execution System* (MES).

A presente Dissertação foi realizada no âmbito do Estágio Curricular de conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), cujo objetivo foi auxiliar em todas as atividades de suporte à implementação de um MES na fábrica Portocork (PTK) da Amorim & Irmãos, S.A.

Numa primeira fase, foi feito um estudo do processo produtivo e do fluxo de informação que o acompanha através da construção do mapa de processos *AS-IS*. Tal estudo teve como objetivo o auxílio e a coordenação das equipas envolvidas na implementação do MES na PTK, pelo facto de identificar a situação atual no chão de fábrica, o que permite a projeção da situação ideal, *TO-BE*, de modo a salientar as especificações e os requisitos a considerar no sistema. Adicionalmente, foram identificadas ações de melhoria, a nível de normalização e de gestão visual, a realizar no chão de fábrica, devido às alterações que surgem com a implementação deste sistema.

A PTK é uma Unidade Industrial que tem observado um crescimento das suas vendas ao longo dos últimos anos, impulsionado em parte pela criação da marca NDtech, que garante rolhas sem TCA (2, 4, 6-tricloroanisol) detetável. Este crescimento criou a necessidade de alteração do *layout* de modo a otimizar as movimentações inerentes ao processo produtivo. Por conseguinte, foi estudado o dimensionamento do *layout* do armazém de *stock*, do armazém de expedição e da zona reservada à operação do NDtech.

Este projeto permitiu a identificação das necessidades processuais da PTK relativamente à implementação do projeto MES, a par com melhorias de gestão visual e de normalização.

# Development of Support Activities in the Implementation of an Informatic System of Production Control

## Abstract

Amorim & Irmãos, S.A. is worldwide known as the largest producer and supplier of cork stoppers. The company was founded in 1870 and managed, until today, to stay in the top position of the market, by focusing on innovation and on the needs of the market which emerged with the development of the wine sector.

Thus, looking towards the evolution of production support activities and improvement of agile decision-making, without forgetting the efficiency needed in resource management, the need of implementing a production control system arose: a Manufacturing Execution System (MES).

This Thesis was developed in a Curricular Internship regarding the conclusion of the Integrated Masters in Engineering and Industrial Management of Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), which goal was to support in every activity within the implementation of a MES in the Portocork (PTK), a factory of Amorim & Irmãos, S.A.

The first step was a study of the production process and its information flow by doing a process map *AS-IS*. This study was done with the goal of supporting and coordinating all the teams involved in the MES implementation in Portocork as it allowed to identify the current situation on the shop floor and to define the ideal situation, *TO-BE*, as it enhances the main requirements and specifications to consider. Furthermore, improvement actions on the shop floor were identified, regarding standardization and visual management, due to the changes that MES requires.

PTK is an industrial plant that has seen its sales growing in the past years, mainly caused by the creation of the NDtech brand, which ensures TCA (2,4,6-Trichloroanisole) free cork stoppers. This growth has created the need to remodel the shop floor in order to optimize the moves that the production process requires. Thereby, a new warehouse layout was defined to accommodate branding safety stock, a shipping area and the area required for the NDtech operation.

This project allowed the identification of PTK's process needs regarding the implementation of MES, side by side with improvements of visual management and standardizations.

## Agradecimentos

Dedico a conclusão desta etapa a todos os que me acompanharam, aconselharam e mudaram a minha perspetiva durante o meu percurso pela FEUP.

Um agradecimento ao meu Orientador da Portocork, Hélder Oliveira, e co-Orientadora, Sara Palhares, por todo o apoio e conhecimento transmitidos ao longo do estágio.

A todos os elementos da Portocork pelo apoio que me prestaram durante o estágio, em que esclareceram todas as minhas dúvidas e nunca faltou uma palavra de apoio.

Ao meu Orientador da FEUP, Professor Eduardo Gil da Costa e ao Professor José Faria por todos os conselhos e esclarecimentos prestados.

À minha família, que sempre me apoiou, vibrou e ouviu com toda a atenção e curiosidade as metas que alcancei ao longo da minha vida.

A todos os meus amigos que me acompanharam ao longo do percurso académico e no dia-a-dia e que sempre me ajudaram.

Aos restantes estagiários da Amorim & Irmãos, S.A. que me acompanharam ao longo desta primeira experiência em ambiente empresarial.

# Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
1.2	Enquadramento do Projeto MES.....	3
1.3	Objetivos do Projeto de Implementação do MES .....	4
1.4	Metodologia.....	4
1.5	Estrutura da Dissertação .....	5
2	Revisão Bibliográfica.....	6
2.1	MES .....	
2.1.1	Enquadramento Histórico .....	6
2.1.2	Funcionalidades do Sistema.....	7
2.1.3	Fronteiras de um Sistema MES .....	10
2.2	Modelação de Processos .....	11
2.2.1	Fluxograma.....	13
2.2.2	Diagrama <i>Swimlane</i> .....	14
2.3	Ligação entre o Pensamento <i>Lean</i> e um MES.....	14
2.3.1	Metodologia <i>Six Sigma</i> .....	15
2.3.2	Gestão Visual .....	16
3	Descrição da Situação Atual .....	17
3.1	Processo Produtivo .....	17
3.1.1	Produto Semiacabado .....	18
3.1.2	Produto Acabado .....	19
3.1.3	NDtech.....	19
3.1.4	Análise Sensorial .....	20
3.2	Sistemas de Informação.....	20
3.3	Registo Manual de Informação .....	22
3.4	Fluxo de Informação .....	23
3.4.1	Produto Semiacabado .....	23
3.4.2	Produto Acabado .....	25
3.4.3	NDtech.....	26
3.5	Gestão Visual da Produção no Chão de Fábrica .....	28
3.6	Alteração de ERP.....	29
3.7	Análise do <i>Layout</i> .....	29
3.7.1	Movimentações na Produção .....	29
3.7.2	Armazém da PTK .....	31
3.8	Análise de Desempenho .....	32
3.9	Cultura Organizacional na PTK.....	32
4	Implementação do MES .....	34
4.1	Conceitos Base do MES a Implementar.....	34
4.2	Equipa MES .....	36
4.3	Quadro de Acompanhamento do Projeto .....	37
4.4	MES na Portocork .....	38
4.5	Equipamentos e Ligação à Rede .....	39
4.6	Normalização de Processos e Alteração do ERP .....	41
4.7	Interface e Etiqueta MES .....	42
4.8	Gestão Visual.....	45
4.9	Dimensionamento do Novo Armazém.....	46
5	Conclusões e Trabalho Futuro .....	50
	Referências .....	52
	ANEXO A: Fluxogramas do Processo Produtivo do Produto Semiacabado AS-IS .....	53
	ANEXO B: Fluxogramas do Processo Produtivo do Produto Acabado.....	58

ANEXO C:	Fluxograma do Processo Produtivo NDtech .....	61
ANEXO D:	Fluxograma do Processo Produtivo do Produto Semiacabado <i>TO-BE</i> .....	62
ANEXO E:	<i>Mockups</i> das Interfaces MES .....	63

## Siglas

A&I- Amorim & Irmãos, S.A.

BPD- *Business Process Diagram*

BPMN- *Business Process Modeling Notation*

B2B- *Business to Business*

ERP- *Enterprise Resource Planning*

I&D- Investigação e Desenvolvimento

ISA- *Instrumentation, Systems & Automation*

KPI- *Key Performance Indicators*

MES- *Manufacturing Execution System*

MESA- *Manufacturing Execution Solutions Association*

OEE- *Overall Equipment Efficiency*

OF- Ordem de Fabrico

PTK- Portocork

PA- Produto Acabado

PSA- Produto Semiacabado

SAC- Serviço de Apoio ao Cliente

SGPR- Sistema de Gestão e Produção de Rolhas

TCA- Tricloroanisol

UI- Unidade Industrial

UN- Unidade de Negócio

WIP- *Work In Progress*



## Índice de Figuras

Figura 1- Organigrama da Corticeira Amorim .....	2
Figura 2- Produtos da Amorim & Irmãos (Amorim 2017).....	2
Figura 3- Organigrama da Portocork.....	3
Figura 4- Cronograma da implementação do MES na PTK.....	5
Figura 5- Termos do modelo hierárquico ISA (Meyer, Fuchs et al. 2009).....	7
Figura 6- Requisitos de controlo em função do horizonte de planeamento (Kletti 2007) .....	8
Figura 7- Estrutura funcional do modelo MESA (Kletti 2007) .....	9
Figura 8- Requisitos de um MES numa organização (Kletti 2007) .....	10
Figura 9- Posicionamento do MES no contexto CIM (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009) .....	11
Figura 10- Exemplo de um processo simples de negócio representado num fluxograma (White 2004) .....	13
Figura 11- Exemplo de um processo de negócio com pools (White 2004) .....	14
Figura 12- Mapa dos processos da Portocork (nível estratégico) .....	17
Figura 13- Mapa do processo PSA de primeiro nível.....	18
Figura 14- Mapa do processo PA de primeiro nível.....	19
Figura 15- Mapa do processo NDtech de primeiro nível.....	20
Figura 16- Página do Workflow .....	20
Figura 17- Página do AS400 .....	21
Figura 18- Página do SGPR .....	21
Figura 19- Exemplos de folhas de registo de produção manual .....	22
Figura 20- Fluxograma da receção PSA.....	23
Figura 21- Fluxograma da compra PSA .....	24
Figura 22- Fluxograma do processamento de encomenda PA.....	26
Figura 23- Fluxograma do NDtech.....	27
Figura 24- Identificação da receção de lotes .....	28
Figura 25- Identificações de volumes no chão de fábrica .....	28
Figura 26- Planta da PTK AS-IS .....	30
Figura 27- Planta TO-BE PTK .....	30
Figura 28- Fluxograma da compra PSA TO-BE .....	39
Figura 29- Processo PSA TO-BE .....	39
Figura 30- Localização dos equipamentos (1ª fase) .....	40
Figura 31- Localização dos equipamentos (fase final) .....	40
Figura 32- Mockup 1 da interface MES .....	43
Figura 33- Mockup 2 da interface MES .....	44
Figura 34- Mockup 3 da interface MES .....	44
Figura 35- Mockups das etiquetas visuais .....	45
Figura 36- Suporte da etiqueta visual A4 .....	46
Figura 37- Número de paletes em inspeção em simultâneo .....	47
Figura 38- Número de paletes expedidas por dia .....	48

Figura 39- Mapa do layout do armazém (1) .....	48
Figura 40- Mapa do layout do armazém (2) .....	49
Figura 41- Fluxograma da receção PSA .....	53
Figura 42- Fluxograma da compra PSA .....	53
Figura 43- Fluxograma das SVE PSA .....	54
Figura 44- Fluxograma da lavação PSA .....	54
Figura 45- Fluxograma do Rosa Evolution® .....	55
Figura 46- Fluxograma da escolha eletrónica .....	55
Figura 47- Fluxograma da escolha de tapete .....	56
Figura 48- Fluxograma da contagem e embalagem PSA .....	56
Figura 49- Fluxograma do armazenamento e expedição PSA .....	57
Figura 50- Fluxograma do processamento de encomenda PA .....	58
Figura 51- Fluxograma da marcação PA .....	58
Figura 52- Fluxograma do tratamento PA .....	59
Figura 53- Fluxograma da contagem e embalagem PA .....	59
Figura 54- Fluxograma da expedição PA .....	60
Figura 55- Fluxograma do NDtech .....	61
Figura 56- Fluxograma da receção PSA TO-BE .....	62
Figura 57- Mockup da interface MES (3) .....	63
Figura 58- Mockup da interface MES (4) .....	64
Figura 59- Mockup da interface MES (5) .....	64
Figura 60- Mockup da interface MES (6) .....	65

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Legenda da planta da PTK .....	31
Tabela 2- Campos de informação necessários para o AS400 e MES .....	41
Tabela 3- Campos da etiqueta por operação.....	45
Tabela 4- Normalização quantidades por unidade de movimentação.....	46

## 1 Introdução

No presente capítulo é feita uma apresentação da empresa Amorim & Irmãos, S.A. e da Unidade Industrial Portocork. É também apresentado o enquadramento do projeto no processo produtivo da Unidade Industrial, quais os objetivos a alcançar e qual a metodologia utilizada.

### 1.1 Apresentação da Empresa

O Grupo Amorim é uma multinacional portuguesa fundada em 1870. Atualmente, é líder a nível mundial no setor da cortiça, sendo responsável por 35% da transformação mundial da mesma e está presente em mais de cem países, com um volume de negócios anual de 605 milhões de Euros (Amorim 2017).

A missão da empresa “Acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza” faz com que as suas opções estratégicas tenham um forte foco no desenvolvimento de produtos e soluções de valor acrescentado, que pretendem antecipar as necessidades do mercado. Tal é ainda refletido pelo investimento anual em Investigação e Desenvolvimento (I&D) que, em 2016, rondou os 7,5 milhões de Euros. No entanto, a preocupação constante com um desenvolvimento sustentável faz com que questões ambientais nunca sejam postas de lado, tendo a empresa sistemas de gestão certificados segundo as normas ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental), ISO 9001 (Gestão da Qualidade), ISO 22000 (Sistemas de Gestão da Segurança Alimentar), a creditação *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) e a creditação *Forest Stewardship Council* (FSC®). Adicionalmente, a transformação de cortiça permite o aproveitamento dos subprodutos para a produção de revestimentos, aplicações industriais, biomassa, entre outros. Promove ainda o desenvolvimento económico e social em zonas áridas (Amorim 2017).

O Grupo tem adotado uma estratégia de diversificação, tendo iniciado nos anos 60 um processo de verticalização no negócio da cortiça com o objetivo de efetuar uma gestão integrada da cadeia de valor, desde a aquisição da matéria-prima, até ao serviço de pós-venda. Nos anos 70, foi iniciada a expansão para novos mercados com a finalidade de fomentar o crescimento a nível global e sustentar a sua posição como líder no mercado. Deste modo, tal como identificado na Figura 1, podem ser encontradas seis principais Unidades de Negócio (UN): Matérias-Primas, Rolhas, I&D e Inovação, Aglomerados Compósitos, Revestimentos e Isolamentos. Entre estas UN podem ser encontradas sinergias que asseguram o crescimento sustentável do Grupo (Amorim 2017).

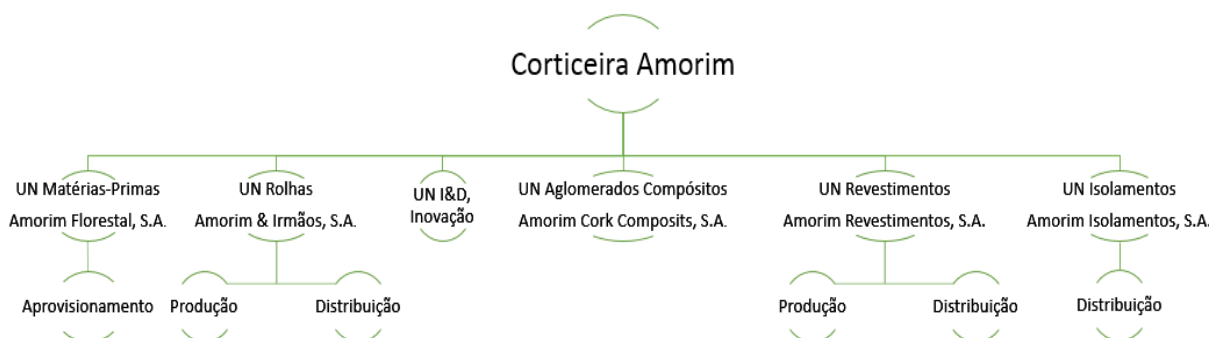


Figura 1- Organograma da Corticeira Amorim

Na UN de Rolhas, responsável por 64,2% das vendas do Grupo, encontra-se a Amorim & Irmãos, S.A. (A&I) sendo que esta empresa produz rolhas de cortiça para mais de 15 mil clientes em 82 países. Em Portugal, existem sete Unidades Industriais (UI) de produção: Santa Maria de Lamas, Top Series, Valada, Coruche, Champagne, Portocork e Salteiros (Amorim 2017).

Nestas UI são produzidas não só rolhas naturais, como rolhas colmatadas e técnicas, nas quais estão incluídas rolhas de champagne, Helix®, Acquamark®, Advantec®, Twin Top® e Neutrocork® e aglomeradas, tal como demonstrado na Figura 2. As rolhas produzidas na A&I podem ter como destino vinhos tranquilos, vinhos espumosos ou espirituosos.



Figura 2- Produtos da Amorim & Irmãos (Amorim 2017)

A A&I utiliza a metodologia do *Balanced Scorecard* de modo a promover o alinhamento estratégico de toda a organização, no qual são definidos objetivos e metas a três anos, de resultados, inovação, solidez financeira, criação de valor, competitividade e crescimento e ainda indicadores financeiros e não financeiros para que o seu cumprimento possa ser avaliado. Para as UI de produção de rolhas, estas estão subdivididas em três segmentos: vinhos tranquilos, vinhos espumosos e espirituosos.

Para operacionalizar os objetivos definidos no *Balanced Scorecard*, é ainda definida uma Matriz X em cada UI. Nesta, estão interligados os objetivos a longo prazo, definidos no *Balanced Scorecard* (Estratégias do Diretor Operacional- Porquê?), as ações e projetos a um ano (Diretor Operacional- O quê?), ações e projetos a um ano na UI (Diretor Industrial- Como?) e os indicadores e métricas.

A presente dissertação foi desenvolvida na UI Portocork a qual está enquadrada no segmento de vinhos tranquilos.

A Portocork (PTK) foi fundada em 1977 em Santa Maria de Lamas. Ao longo da sua história dedicou-se à produção de rolhas da mais elevada qualidade, tendo, em 1993, sido membro fundador do *Cork Quality Council* (CQC) (Amorim 2017).

Nesta UI existem três principais fluxos produtivos: produto semiacabado, ou seja, rolhas naturais por marcar e tratar; produto acabado, que poderá ser rolha natural, colmatada ou técnica marcada e tratada e ainda rolhas naturais NDtech.

O produto semiacabado é enviado para as *Sales Companies* existentes em França, Estados Unidos da América, África do Sul, Argentina, Austrália e Ásia. Estas pretendem criar uma maior proximidade com o cliente final e, ao mesmo tempo, colocar a personalização do produto final o mais tarde possível na cadeia de abastecimento, ou seja, numa lógica *pull*.

As rolhas técnicas, colmatadas e aglomeradas, sendo que não são processadas nesta UI, são compradas internamente a outras UI do Grupo Amorim. O produto acabado tem como destino o cliente final, maioritariamente em França e Itália e ainda alguns clientes nacionais.

A tecnologia NDtech, que apenas poderá ser encontrada nesta UI, foi lançada em 2016, após um investimento de 10 milhões de euros ao longo de 5 anos, tendo revolucionado a indústria ao avaliar individualmente, em cada rolha, o nível de TCA (2, 4, 6-tricloroanisol) existente na mesma. Através desta tecnologia é possível garantir, utilizando uma cromatografia rápida, que a rolha não apresenta TCA detetável, ou seja, que o valor de TCA se encontra abaixo do limite de deteção de 0,5 nano gramas/litro (Amorim 2017).

O organigrama da UI PTK está apresentado na Figura 3, sendo que esta é constituída por 55 colaboradores, número que tem crescido no último ano devido ao desenvolvimento da tecnologia NDtech.

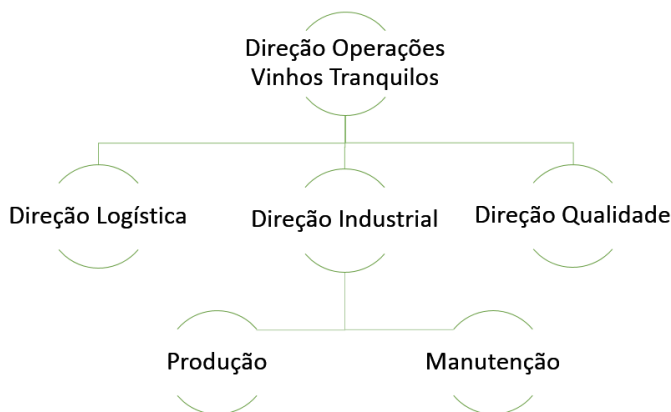


Figura 3- Organigrama da Portocork

## 1.2 Enquadramento do Projeto MES

No passado foram já feitos vários estudos com vista à implementação nas UI da A&I de um *Manufacturing Execution System* (MES) sendo que foram efetuadas implementações parciais de módulos de MES em algumas UI. Contudo, o arranque da implementação de um novo *Enterprise Resource Planning* (ERP), tornou clara a urgência de um maior foco no projeto MES de modo a que o ERP obtenha toda a informação do chão de fábrica que sustente o seu funcionamento. A presente dissertação surgiu no âmbito da Estratégia do Diretor Operacional definida na Matriz X da PTK “Desenvolver digitalização dos processos (SAP+MES+4.0), interligada com as Ações e Projetos a 1 ano do Diretor Operacional “Implementação do MES em todas as UI” e com as Ações e Projetos do Diretor Industrial da PTK “Implementação do MES na PTK”.

Este sistema visa melhorar o fluxo de informação relativo à produção, que passa por registos manuais da produção, e ainda pela inserção manual dos mesmos em sistemas de informação. Por um lado, ao assegurar que a informação chegue aos colaboradores, resulta numa descentralização da tomada de decisão. Por outro lado, ao assegurar que a informação resultante da produção esteja disponível para o planeamento da produção, o processo de tomada de decisões é dinamizado e torna os colaboradores mais autónomos na identificação imediata de situações existentes no chão de fábrica.

Uma das grandes barreiras entre e nas UI do Grupo consiste em existirem múltiplos sistemas de informação que abrangem diferentes operações. Tal facto causa um desfasamento temporal entre a obtenção da informação e o tratamento da mesma, o que torna pouco útil a recolha de informação para o ciclo temporal exigido no chão de fábrica, de minutos ou mesmo segundos.

A par com a implementação do MES, será possível, através da utilização de ferramentas *lean*, identificar melhorias, tanto a nível operacional no chão de fábrica, através de, por exemplo, gestão visual, como a nível processual, de modo a otimizar a gestão da informação inerente ao processo produtivo.

### 1.3 Objetivos do Projeto de Implementação do MES

Tendo por base o objetivo definido na Matriz X da PTK, o principal objetivo do projeto é auxiliar a implementação do MES nesta UI. Os objetivos descritos de seguida pretendem complementar o âmbito do projeto.

Na UI PTK todos os registos de produção são efetuados em papel ou inseridos manualmente em ficheiros Access. É um objetivo principal a eliminação, com auxílio da implementação do MES, destes registos para que os colaboradores possam dedicar o seu tempo a tarefas que acrescentem valor ao produto e ao processo produtivo.

Ao longo do tempo, as várias UI foram definindo formas particulares de lidar com determinados processos, o que trouxe falta de uniformização no tratamento da informação nas várias UI. Com a implementação do MES e, em paralelo, com a implementação do novo ERP, pretende-se a normalização e otimização do fluxo de informação.

O registo de dados no MES permitirá garantir a rastreabilidade da matéria-prima utilizada no processo produtivo. O MES, através da obtenção dos dados do chão de fábrica, calcula indicadores e a sua monitorização auxilia a melhoria contínua dos processos, apoiando a tomada de decisão.

Durante a implementação do MES pretende-se ainda identificar melhorias a realizar no chão de fábrica ao nível da gestão visual que acompanha o processo produtivo.

### 1.4 Metodologia

Com a finalidade de assegurar o cumprimento dos objetivos definidos, o primeiro passo foi a elaboração de um mapa a nível estratégico dos processos *AS-IS* da PTK, englobando os processos *core*, de gestão e de suporte. De seguida, foram identificadas as principais fases dos processos *core* através da construção de mapas de processos de alto nível. Em cada processo *core*, e para cada fase identificada, foram construídos os fluxogramas com a especificação das atividades e a documentação inerente.

Esta identificação só foi possível através de uma presença constante no chão de fábrica e uma comunicação com todos os colaboradores envolvidos no processo produtivo, de modo a perceber as dinâmicas dos processos e os inúmeros fatores que influenciam os mesmos.

Identificou-se a situação *TO-BE* nos mesmos módulos, tendo por base o estudo da situação *AS-IS*, através da realização de fluxogramas das fases que irão sofrer mudanças com a implementação do sistema e idealização de *mockups* das interfaces. Foi ainda estudada a implementação operacional do MES, tal como equipamentos necessários e a sua localização no chão de fábrica, e a identificação de melhorias ao nível da gestão visual e normalização.

A identificação da situação futura foi construída, não só tendo por base as ideias transmitidas pelos colaboradores da PTK, mas também envolvendo as restantes equipas do projeto MES.

É de referir que todas as atividades a serem realizadas na PTK tiveram de acompanhar o cronograma definido pela Direção Industrial *a priori*, apresentado na Figura 4.

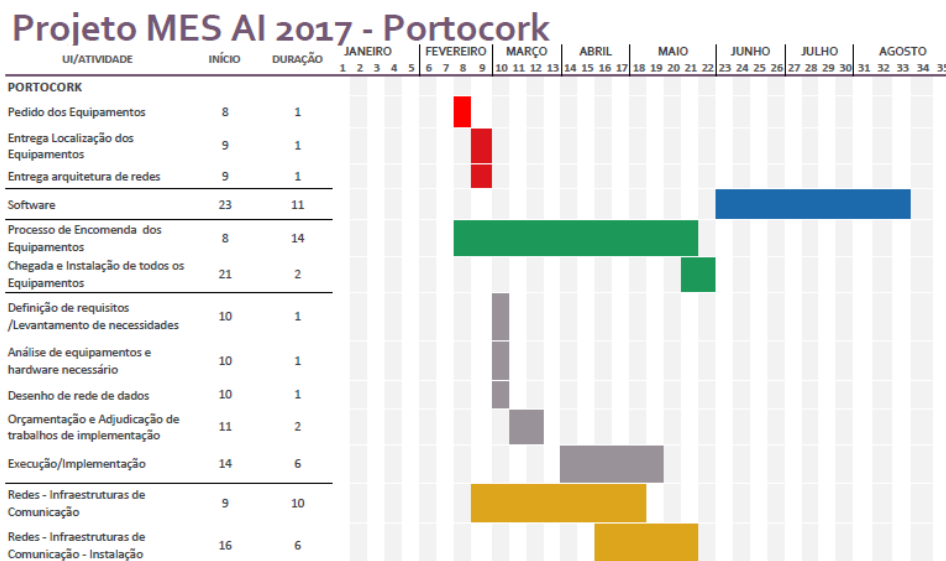


Figura 4- Cronograma da implementação do MES na PTK

## 1.5 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação iniciou-se com uma introdução histórica da Amorim & Irmãos, S.A., referindo os principais fatores diferenciadores da sua presença no mercado e contextualizando a UI Portocork. De seguida, foi apresentado o projeto de implementação do MES na PTK, os seus objetivos e, consequentemente, o seu impacto nesta UI.

No segundo capítulo é apresentado o enquadramento teórico, no qual é descrito o MES, apoiado por uma contextualização histórica, as suas funcionalidades, fronteiras com os restantes sistemas de informação e desenvolvimentos futuros. Neste capítulo são ainda apresentadas técnicas de modelação de processos e ferramentas de melhoria contínua que podem ser associadas à implementação de um MES.

No terceiro capítulo é descrita a situação atual do processo produtivo na PTK, os sistemas de informação que o suportam e como a informação é registada. Esta exposição forma a base que permite a apresentação do fluxo de informação e sistemas de gestão visual que acompanham os processos identificados. São ainda expostos os fatores que influenciam a implementação do MES, tais como a alteração do ERP da empresa em curso, a alteração de *layout* a realizar e a cultura organizacional nesta UI.

No capítulo quatro são apresentados os conceitos nos quais assenta o MES a implementar, a equipa envolvida na implementação do sistema e os módulos nos quais assentarão a implementação do MES na PTK. É ainda descrita a estrutura de um quadro elaborado com vista ao acompanhamento do projeto a nível central. Adicionalmente, são apresentados os equipamentos a serem colocados no chão de fábrica, as propostas elaboradas para a interface do MES e melhorias de gestão visual a implementar. Finalmente, é descrita a sugestão do *layout* do futuro armazém da PTK.

No capítulo cinco são apresentados os principais pontos a reter relativamente ao projeto desenvolvido e quais as ações a decorrer no futuro.



## 2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo são apresentados os estudos realizados no âmbito da implementação do MES relativos às próprias características do sistema, a análise a realizar aos processos para identificar as necessidades do mesmo e a ligação entre a filosofia *Lean* e um MES.

### 2.1 MES

Neste subcapítulo será feito um enquadramento histórico do MES, ou seja, como este surgiu, seguido de uma apresentação das funcionalidades que o sistema apresenta, quais as fronteiras deste sistema com outros sistemas utilizados nas empresas e, finalmente, quais os desenvolvimentos futuros.

#### 2.1.1 Enquadramento Histórico

Nos finais dos anos 70, os computadores começaram a estar ao alcance de pequenas e médias empresas, o que impulsionou o desenvolvimento de programas de auxílio à produção para tarefas, tais como: aquisição de dados de produção e de máquinas através de controladores lógicos programáveis, PLC, desenho assistido por computador, CAD, controlo da qualidade assistido por computador, CAQ, e registo de presenças (Meyer, Fuchs et al. 2009). Estes avanços traduziram-se numa redução significativa do custo de obtenção de dados. Contudo, as tarefas que os programas supramencionados auxiliavam eram maioritariamente direcionadas à gestão corporativa (Kletti 2007).

Todos estes sistemas representavam soluções isoladas, faltando a interligação entre os dados obtidos. Apesar da necessidade de existir uma ligação entre os diferentes sistemas ter sido identificada, a implementação de um sistema mais amplo, tal como produção integrada por computador (*Computer Integrated Manufacturing*, CIM), não foi possível, não só pelos limites das tecnologias da época, mas também pela falta de normalização entre sistemas e investimento disponível (Kletti 2007).

Posto isto, com o aumento da competição causado pela globalização, as empresas sentiram a necessidade de maximizar a sua eficiência e diminuir o tempo de resposta a mudanças nos processos. Tal requeria uma análise em tempo real do desempenho do processo produtivo, garantindo um alinhamento entre o fluxo de material e de informação e assegurando uma consistência no modelo de negócio.

Em meados dos anos 90, os produtores de sistemas de recolha de dados iniciaram uma melhoria dos programas anteriormente definidos, adicionando funcionalidades e interligando-os. No entanto, as interfaces tinham princípios distintos, fazendo com que a troca de informação entre sistemas fosse uma tarefa complexa (Kletti 2007).

Ao longo do tempo, foram surgindo três principais áreas funcionais dos sistemas de recolha de dados, cuja combinação hoje em dia representa a esfera do MES: produção, escalonamento de colaboradores e qualidade. As três áreas não deverão ser independentes, o que permite uma resposta eficiente no chão de fábrica. Como tal, o MES surge da necessidade da indústria ter

um poder de resposta mais eficiente em termos de reatividade, normalização de processos, qualidade e redução de custos (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009).

### 2.1.2 Funcionalidades do Sistema

O *standard S95*, publicado pela *Instrumentation, Systems & Automation (ISA)*, identificou as interações críticas entre as várias partes que compõem um sistema MES, formalizando a troca de informação entre o sistema de produção e outras áreas da empresa ao definir uma terminologia consistente (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009). Definiu ainda que numa empresa podem ser identificados três níveis funcionais.

O primeiro nível, denominado como gestão corporativa, tem um foco em atividades comerciais. Neste nível é gerida a carteira de encomendas, é feita a gestão de produto e um planeamento da produção a um nível mais macro, que terá de ser ajustado conforme informações que virão do chão de fábrica.

O segundo nível, designado como gestão da produção, está encarregue de um planeamento mais detalhado da produção da carteira de encomendas, tendo em conta cronogramas definidos e restrições de recursos, tal como matéria-prima e capacidade. Neste nível é também feita uma recolha e análise de dados da produção.

Por último, o nível da produção, relacionado com a automação, corresponde a um controlo das variáveis das máquinas. Tal como demonstrado na Figura 5, cada nível tem diferentes sistemas com requisitos específicos à medida das necessidades identificadas, onde se pode ter acesso à informação com a granularidade desejada (Meyer, Fuchs et al. 2009).

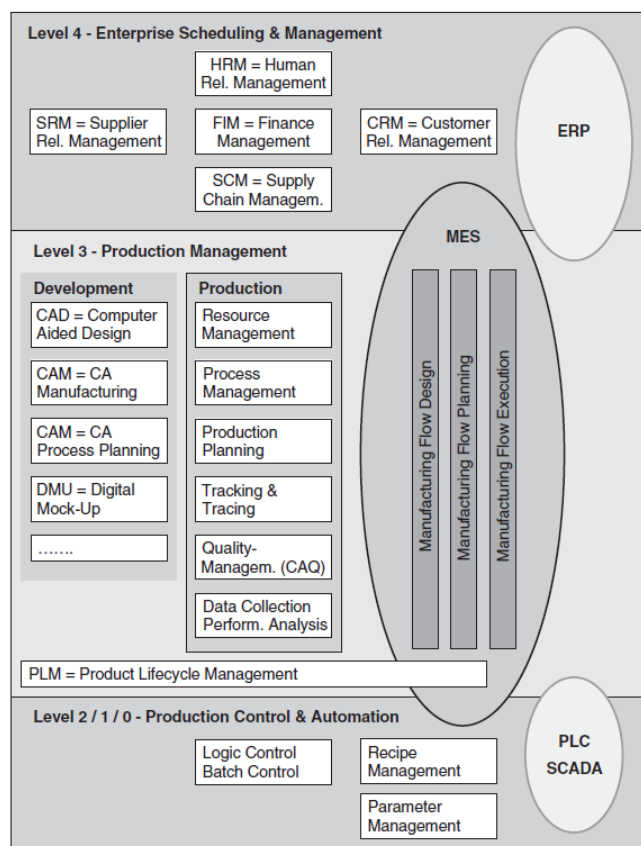


Figura 5- Termos do modelo hierárquico ISA (Meyer, Fuchs et al. 2009)

Adicionalmente, quanto mais próximo da data de entrega de uma encomenda se estiver, maior a necessidade de agilidade na tomada de decisões. Isto faz com que seja necessário, no chão de fábrica, um sistema de controlo e não um sistema para planeamento, tal como é assegurado por um sistema MES. No início do processamento de uma encomenda, esta é planeada ao nível do ERP com base apenas na capacidade média da unidade industrial. Nesta fase, o planeamento assume contornos mais grosseiros devido ao facto de não ter em consideração possíveis imprevistos. Por conseguinte, quanto mais próximo da data de entrega da encomenda, maior o controlo necessário para adaptar o planeamento da produção a fatores imprevisíveis, tal como demonstrado na Figura 6 (Kletti 2007).

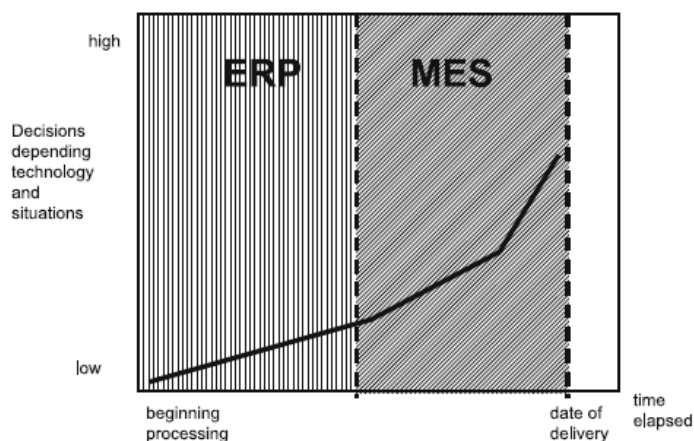


Figura 6- Requisitos de controlo em função do horizonte de planeamento (Kletti 2007)

Antes de serem enumeradas as funcionalidades, é importante referir os requisitos técnicos no qual assenta uma implementação de um sistema MES com sucesso.

Num sistema de informação, uma base de dados é um ponto crucial visto assegurar o fluxo de informação necessário para o ritmo imposto pelo processo produtivo. No entanto, não deve ser pensada isoladamente de outras necessidades. Deste modo, a modelação da arquitetura do fluxo de informação deverá assentar em bases de dados normalizadas e devem ainda ser recolhidas todas as necessidades de informação das diferentes camadas de uma organização em específico (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009).

O termo MES foi apresentado em 1990 pela AMR Research, uma empresa dedicada a pesquisa para diversas áreas da indústria. Este primeiro conceito define MES como um tipo de sistema de informação que se encontra na camada de *software* entre os sistemas de automação de chão de fábrica e os sistemas ERP (Maxmes 2009).

Em 1997, a *Manufacturing Execution Solutions Association* (MESA) foi a primeira associação a apresentar formalmente uma definição de MES. Um MES fornece informação que permite a otimização, em tempo real, das atividades envolvidas no processo produtivo através da utilização de dados atuais e fiáveis. Tal resulta numa resposta rápida a alterações no meio envolvente e uma redução das atividades sem valor acrescentado, o que se traduz num aumento do foco nas operações e processos em curso. Permite otimizar o Retorno dos Ativos (*Return On Assets*, ROA), o tempo de entrega de encomendas, a rotatividade do inventário, a margem bruta e o desempenho dos fluxos de caixa. Consequentemente, através de uma comunicação bidirecional, é dado acesso a informação crucial relativa a atividades de produção a toda a empresa e cadeia de valor (MESA 1997).

Adicionalmente, definiu as onze funcionalidades que devem estar sob o domínio de um MES para que todo o processo produtivo seja controlado (MESA 1997).

1. Planeamento detalhado das ordens de fabrico;
2. Alocação e estado dos recursos;
3. Gestão dos recursos no chão de fábrica;
4. Gestão documental;
5. Análise de desempenho;
6. Gestão da mão-de-obra;
7. Gestão dos planos de manutenção;
8. Gestão dos processos (*workflow*);
9. Gestão da qualidade;
10. Recolha e aquisição de dados;
11. Rastreabilidade dos produtos;

Através de todas as funcionalidades descritas, e como pode ser observado na Figura 7, a MESA lançou o c-MES (*collaborative* MES), representando um intermediário entre a automação e a gestão corporativa. Algumas das funcionalidades estão diretamente ligadas a processos, enquanto outras podem ser classificadas como transversais (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009).

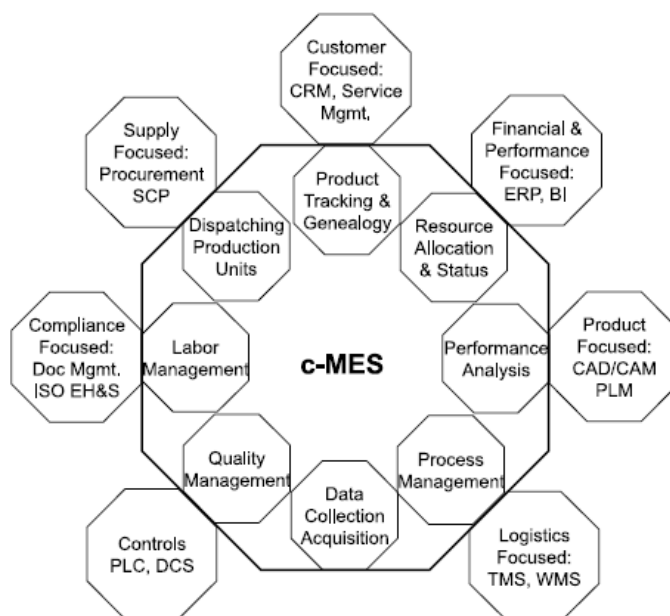


Figura 7- Estrutura funcional do modelo MESA (Kletti 2007)

As funcionalidades inerentes a um MES, em conjunto com sistemas ERP, Gestão de Vendas e Serviços (*Sales and Services Management, SSM*), Gestão da Cadeia de Abastecimento (*Supply Chain Management, SCM*) e Engenharia de Produto e Processo (*Product and Process Engineering, PPE*) fornecem meios para uma fábrica funcionar na ausência de registos manuais/em papel (Hwang 2006).

Numa primeira fase da implementação de um MES, todo o suporte à produção deve ser englobado pelo sistema, o que leva à eliminação da utilização de papel, possibilita que o

gestor da produção obtenha as ordens de fabrico disponíveis no ERP e ordene a sua produção no chão de fábrica sem aí ter que se deslocar (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Segundo um estudo realizado pela MESA, a adoção de um MES permite uma redução do tempo de ciclo de produção em 45% e um aumento da flexibilidade na resposta a pedidos de clientes, da agilidade na produção e satisfação dos clientes (MESA 1997).

Um sistema MES é desenhado numa base modular, fazendo com que a interligação entre as funções disponíveis possa ser configurada conforme as necessidades da empresa. Algumas destas funções poderão ser redundantes devido a outros sistemas já existentes, tal como o ERP. No entanto, terão uma orientação mais forte para a análise do desempenho dos equipamentos da produção (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009).

De um modo geral, a maioria dos módulos de um sistema MES podem ser classificados numa das três camadas seguintes (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009):

- Aplicação cliente/servidor: esta é a camada que está visível para os utilizadores e na qual outros sistemas estarão conectados;
- *Framework* de integração: nesta camada está definida a infraestrutura normalizada da informação que deverá circular entre os vários componentes do sistema;
- Armazenamento e gestão de dados: esta camada fornece funcionalidades essenciais às duas camadas anteriores, tal como a comunicação em rede.

### 2.1.3 Fronteiras de um Sistema MES

O conceito de MES permitiu uma integração vertical para que a troca de informação entre as camadas de automação e o ERP evoluísse de ciclos de comunicação indireta e cuja duração rondava vários dias para uma conexão adaptada às necessidades de acesso à informação de cada nível funcional, tal como pode ser observado na Figura 8. O MES permite que o ERP receba informação corretamente formatada e em tempo útil (Kletti 2007).

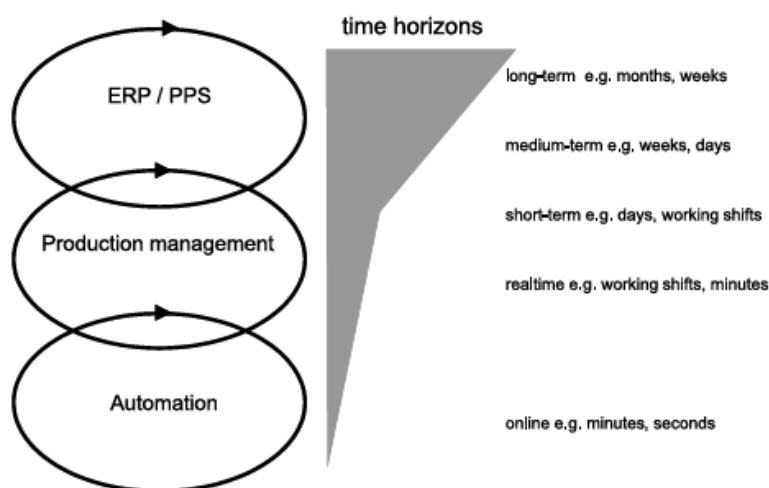


Figura 8- Requisitos de um MES numa organização (Kletti 2007)

No entanto, as fronteiras entre os vários níveis não são rígidas e dependem das necessidades individuais de cada empresa. Há funções, tais como o planeamento avançado de produção, que podem estar mais próximas do ERP ou do MES, encontrando-se aqui uma zona em que os dois níveis se sobrepõem (Kletti 2007), como pode ser observado na Figura 5 e na Figura 9.

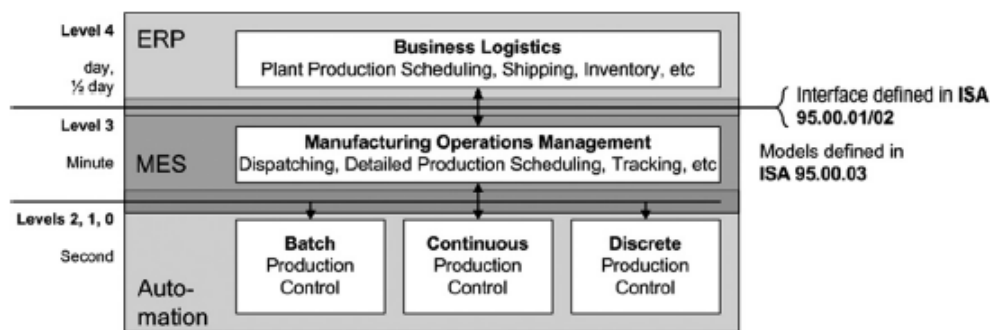


Figura 9- Posicionamento do MES no contexto CIM (Saenz de Ugarte, Artiba et al. 2009)

Tal como Kletti (2007) refere, um sistema MES age com uma base mais tecnológica, operacional e em tempo real, enquanto que um ERP reflete uma orientação mais comercial, de planeamento e a médio prazo, sendo alimentado pela informação disponibilizada pelo MES. É ainda de referir que diferentes tipos de produção requerem diferentes tipos de funcionalidades de MES. Por um lado, a produção em massa requer planeamento a médio prazo com ordens de fabrico a decorrer num horizonte temporal mais longo, encontrando-se o nível de automação substancialmente mais desenvolvido. Neste caso, o MES tem uma atuação orientada para a análise de ocorrências em máquinas e para a avaliação de desempenho. Por outro lado, a produção por linha requer um planeamento tanto a longo prazo, como a curto prazo, requerendo uma maior capacidade de reação instantânea devido a ordens de fabrico com ciclos temporais mais curtos.

As tarefas de cada nível funcional devem estar definidas para que hajam trocas de informação uniformizadas com uma única base de dados, o que previne que exista recolha duplicada e redundante de dados, garantindo uma integração horizontal.

Tal como Hwang (2006) refere, uma solução MES permite estreitar o distanciamento existente entre o chão de fábrica e outros departamentos tais como: contabilidade, compras, controlo da produção, qualidade, engenharia de processo, engenharia de produção e Investigação e Desenvolvimento (I&D).

## 2.2 Modelação de Processos

A modelação de processos surge da necessidade de as empresas melhorarem os seus processos de modo a alcançar uma vantagem competitiva no mercado. Com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria, é necessário conhecer os processos, aparecendo desta forma a perspetiva do funcionamento de uma empresa através dos mesmos. Como tal, o seu mapeamento fornece ferramentas para identificar a situação atual e projetar a situação futura que reestruture os processos que impactam o dia-a-dia de uma empresa (Hunt 1996).

Segundo Harrington, Esseling et al. (1997), um processo é uma atividade que, através da receção de uma entrada, lhe acrescenta valor e produz uma saída, utilizando recursos.

Pode ainda ser identificada uma diferença entre processos e processos de negócio (Aguilar-Saven 2004). Segundo Hammer (1990), um processo de negócio está relacionado com uma organização e engloba um conjunto de atividades que, através de uma ou mais entradas, cria uma saída que gera valor para o cliente. Estes processos devem estar diretamente ligados a como uma organização pretende atingir os seus objetivos.

Segundo Aguilar-Saven (2004) existem dois tipos de processos: *core* e de apoio. Os processos *core* partem de fatores externos à organização, tal como a cadeia de atividades numa empresa cujo objetivo é entregar um produto a um cliente. Um processo de apoio cria as condições para que os processos *core* decorram. Este pode ser subdividido em processos de gestão, que

controlam as estratégias e objetivos da organização, e de suporte, que garantem os recursos necessários aos processos *core*.

Segundo Hunt (1996) existem três principais elos de ligação entre o desempenho individual de um processo e o negócio: os objetivos do processo, o desenho do processo e a gestão do processo. Os objetivos do processo devem estar alinhados com os objetivos definidos numa empresa. O cumprimento dos objetivos do processo contribui para o cumprimento dos objetivos definidos na empresa. Tendo estabelecido objetivos para os processos críticos, a administração deve garantir que os processos estão desenhados permitindo atingir eficientemente estes objetivos. A gestão eficiente de um processo deve ser assegurada pela gestão dos objetivos do processo; a gestão dos recursos associados ao processo; a identificação de melhorias no processo e a gestão das interfaces do processo com outras atividades.

Antes da implementação de um MES, é relevante a análise de todos os processos a fim de otimizar não só o fluxo de material, como o de informação. Caso contrário, estar-se-á a automatizar um processo que poderá ter falhas ou mesmo ineficiências significativas. O facto de ser modelada a situação atual, *AS-IS*, a forma como o processo produtivo decorre é questionada, sendo revelados problemas e onde o processo pode ser otimizado, o que leva a ser definida a situação ideal, *TO-BE* (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Podem ser encontradas várias técnicas de modelação de processos de negócio, sendo neste documento abordada a *Business Process Modeling Notation* (BPMN). Esta é uma notação que foi desenvolvida com o objetivo de tornar intuitiva a compreensão da dinâmica dos processos, não só para analistas que desenham um processo, mas também para técnicos que desenvolvem a tecnologia necessária para o suportar e ainda para quem o estará a gerir e monitorizar. Esta notação vem normalizar a falha que existia entre o desenho de processos de negócio e a sua implementação (White 2004).

A BPMN definiu a *Business Process Diagram* (BPD), uma técnica que permite a representação gráfica de modelos das operações de processos de negócio, através do uso esquemas que ilustram o fluxo dos mesmos. Os elementos gráficos podem ser subdivididos em atividades e controlo de fluxos (White 2004).

Na BPD são discriminados quatro principais categorias de elementos (White 2004):

- Objeto de fluxo:
  - Evento, causado por um *trigger* e com um resultado definido;
  - Atividade;
  - Ponto de decisão (*gateway*), utilizado para representar um ponto de convergência ou divergência do fluxo;
- Objeto de conexão:
  - Fluxo de sequência;
  - Fluxo de informação;
  - Associação;
- *Swimlanes*, havendo dois tipos:
  - *Pools*;
  - *Lanes*;
- Artigo:
  - Objeto de dado;

- Grupo;
- Anotação.

Esta notação permite comunicar uma variedade de informação a diferentes audiências. Podem ser encontrados dois principais tipos de modelos a desenhar: processos colaborativos *Business to Business* (B2B) e processos internos de negócio. Os diagramas de processos colaborativos B2B adotam um ponto de vista mais global, ou seja, com um nível de pormenor menor. Não é adotado o ponto de vista de um único participante, mas demonstra as interações entre participantes. Quando é analisado um processo do ponto de vista de um único participante, este é referido como processo abstrato. Os diagramas de processos internos de negócio focam-se nas atividades que não estão visíveis para elementos externos à organização (White 2004).

A modelação de processos de negócio inicia-se pelo desenho de atividades globais, com menor pormenor e, posteriormente, são detalhados os níveis inferiores das atividades com mais detalhe. Assim, poderão existir diagramas de vários níveis de detalhe, dependendo da análise em questão, sendo que a metodologia BPMN pode ser usada independentemente da mesma (White 2004).

### 2.2.1 Fluxograma

O fluxograma é um método que permite a visualização, de forma padrão, de um processo de modo a identificar o fluxo produtivo, o fluxo de informação, as interações do processo com outras entidades e, consequentemente, os pontos críticos (de Pinho, Leal et al. 2007).

O fluxograma é composto por várias formas, cada qual com o seu significado, e por setas e linhas que indicam a sequência das atividades. Um exemplo é apresentado na Figura 10, onde o retângulo representa uma fase do processo/atividade, um losango um ponto de decisão, uma circunferência representa o início de um processo e o círculo representa o fim de um processo (de Pinho, Leal et al. 2007). Uma característica do fluxograma é a flexibilidade, que oferece a quem estiver a analisá-lo, de permitir que um mesmo processo seja descrito de formas distintas (Aguilar-Saven 2004).

Podem ser encontrados alguns pontos negativos no uso de fluxogramas. Um ponto é a flexibilidade que oferece, tornando as fronteiras de um processo, por vezes, pouco claras. Outro ponto é o facto de não fazer distinção entre atividades principais e sub-atividades, o que pode tornar a leitura do fluxograma menos intuitiva (Aguilar-Saven 2004).

Contudo, através do uso de fluxogramas, podem ser identificadas as etapas críticas que determinam o sucesso de um processo, através da sua análise com um alto nível de detalhe, sendo que num processo cada fase deve acrescentar valor à seguinte (Hunt 1996, Aguilar-Saven 2004).

O fluxograma pode ser desenhado para níveis específicos de uma empresa. No caso de este ser para um nível mais estratégico, é desenhado com um nível de detalhe menor, indicando as fases principais e as suas interações, do que no caso de um nível mais operacional (de Pinho, Leal et al. 2007).

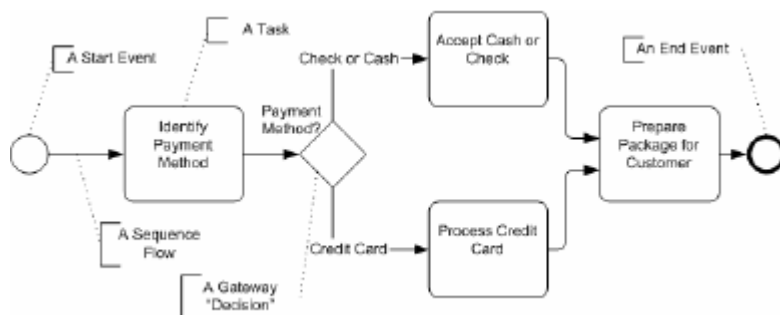


Figura 10- Exemplo de um processo simples de negócio representado num fluxograma (White 2004)



### 2.2.2 Diagrama Swimlane

Um diagrama *Swimlane* é utilizado quando é identificada a necessidade de organizar atividades em categorias visuais distintas com vista a ilustrar diferentes competências funcionais ou responsabilidades (White 2004).

Dos dois tipos de diagramas *Swimlanes* referidos, serão agora explicadas as diferenças entre ambos, podendo ser encontrado um exemplo na Figura 11.

O *pool* é utilizado quando o diagrama envolve duas entidades ou participantes distintos, estando estes separados no diagrama em *pools* distintas. Normalmente, o fluxo de informação é o meio que liga dois participantes em duas *pools*, não devendo o fluxo de sequência atravessar *pools* (White 2004).

As *lanes* são utilizadas para separar atividades dentro de uma função numa empresa. As linhas de fluxo de sequência podem atravessar fronteiras dentro de *lanes* dentro de uma *pool*. Contudo, o fluxo de informação não o deve fazer (White 2004).

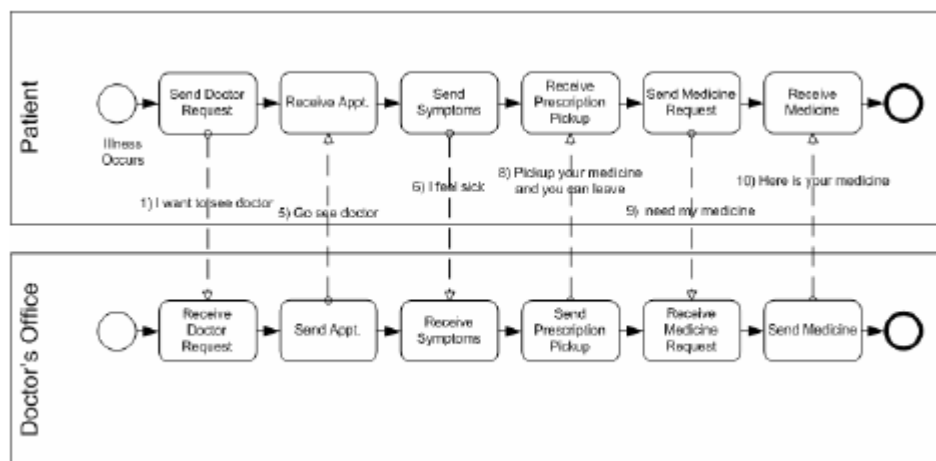


Figura 11- Exemplo de um processo de negócio com pools (White 2004)

Muitos dos processos englobam vários departamentos de uma empresa e é na interface entre os mesmos que poderão aparecer silos funcionais, ou seja, “espaços” onde poderá existir falta de atribuição de responsabilidade e que podem levar a ineficiências nos processos devido à perda de informação ou mesmo falta de responsabilização (Hunt 1996). Poderá ser na articulação entre os vários departamentos que existe uma maior oportunidade de melhoria, mas esta também é mais difícil de alcançar pois requer uma maior coordenação, podendo haver divergência de interesses e sobreposição de hierarquias. Um processo que envolva vários departamentos requer alguém que tenha uma visão global sobre o processo.

### 2.3 Ligação entre o Pensamento *Lean* e um MES

No ambiente competitivo que se vive atualmente na indústria, é imperativo que uma empresa capitalize ao máximo os seus recursos, o que se traduz na eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto final. A filosofia *Lean* tem como foco a especificação da cadeia de valor e, simultaneamente, detetar e eliminar o desperdício. Esta engloba ferramentas que permitem que os seguintes sete tipos de desperdício sejam eliminados: excesso de produção, defeitos, espera de pessoas, movimento de pessoas, sobre processamento, espera de materiais e movimentação de materiais. Podem ser encontradas inúmeras ferramentas a serem aplicadas tais como *Six Sigma*, *Kanban*, mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping*, VSM), gestão visual, 5-S, entre outras. Estas ferramentas acompanham uma transformação *lean* e

permitem identificar, medir e eliminar o desperdício e a variabilidade na produção (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Para além da aplicação das ferramentas, é necessário avaliar o impacto das mesmas no desempenho do processo produtivo através de métricas, como o rendimento do processo produtivo; eficiência global do equipamento (*Overall Equipment Efficiency*, OEE); o tempo de ciclo de produção e a produção em curso (*Work In Progress*, WIP) (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

De modo a tomar decisões de negócio relacionadas com a área de *Lean*, identificar oportunidades de melhoria e acompanhar o progresso das mesmas, devem estar disponíveis informações de produção em tempo real, as quais podem ser fornecidas por um MES. No caso de o MES estar alinhado com os objetivos *lean* definidos na empresa, este pode garantir as melhorias processuais ao reforçar as normalizações implementadas (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Segundo Cottyn, Van Landeghem et al. (2011), o fluxo de informação em (quase) tempo real gerado por um MES é mais adequado para *lean* do que um sistema ERP pelo facto deste último estar direccionado para a gestão intermédia e, consequentemente, ter ciclos de obtenção de informação mais longos.

A uniformização dos processos é também uma base do pensamento *lean* visto que garante a sua estabilidade e previsibilidade, tornando a gestão dos mesmos mais acessível (Pinto 2008).

### 2.3.1 Metodologia Six Sigma

Num projeto de *Six Sigma*, é escolhido um tópico que afeta diretamente a rentabilidade de uma empresa e é definido um objetivo a alcançar, o qual através do uso de metodologias adequadas, deverá ser alcançado num curto período de tempo. Combina também Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*, TQM) e reengenharia de processos de negócio, permitindo realizar reestruturações numa empresa (Hwang 2006).

Um sistema MES, ao permitir que sejam armazenados dados relativos ao WIP, a análises estatísticas, ao planeamento da produção e à manutenção de equipamentos, entre outros, fornece informação para que a metodologia definir, medir, analisar, melhorar e controlar (*define, measure, analyse, improve, control*, DMAIC) seja implementada com sucesso de modo a evitar o tempo e, consequentemente, custos despendidos a reunir dados dispersos. A integração do MES com a metodologia DMAIC possibilita a redução do tempo de ciclo e processos desnecessários, aumentando ainda valor acrescentado à produção. Tal permite que o rendimento da produção e a competitividade da empresa no mercado aumentem (Hwang 2006).

A metodologia DMAIC inicia-se com a definição de métricas e o cálculo das mesmas. Devido à disponibilidade de dados em tempo real, um MES é um sistema que permite a constante obtenção de métricas. Como tal, sendo que a metodologia DMAIC se baseia numa lógica de melhoria contínua, necessita do *feedback* proveniente do MES (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011). As típicas métricas operacionais refletem a segurança, apoio ao cliente e fatores de custo, tais como inventário, qualidade e horas extra (Fraser 2006). A disponibilidade de dados em tempo real e a interface intuitiva, fazem com que a fase de análise decorra de uma forma mais ágil. Na fase de melhoria, o MES não está diretamente envolvido, apenas controla as melhorias realizadas. A fase de controlo é auxiliada pelo MES ao assegurar que a nova definição do processo é normalizada e cumprida pelos colaboradores (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Não é apenas o MES que apoia a mudança. Este também deve adaptar-se às alterações efetuadas no âmbito das iniciativas de melhoria contínua. Adicionalmente, é importante que o

MES apresente a informação certa, na altura certa e ao utilizador certo (Cottyn, Van Landeghem et al. 2011).

Assim, o MES é um sistema de informação que está em contacto com as necessidades concretas da gestão da produção de uma empresa, melhorando o rendimento e a capacidade dos processos (Hwang 2006).

### 2.3.2 Gestão Visual

Gestão visual é um sistema que, ao utilizar técnicas gráficas de visualização de informação, permite uma maior envolvimento de todos os membros da organização relativamente aos tópicos *core*, o que se traduz num foco no desempenho e, consequentemente, em mais ações de melhoria (Liff and Posey 2004).

A gestão visual reforça as mensagens de uma organização relativamente à sua missão, objetivos e desempenho, mantendo-as ao alcance de todos os membros. Desta forma, converte informação em mensagens gráficas que se tornam mais acessíveis e difíceis de ignorar, criando uma ligação entre as ações tomadas e os seus resultados (Liff and Posey 2004). Tal requer que o local de trabalho apresente sinais que informem as pessoas de quais as condições ideais de trabalho e como agir no caso de estas estarem erradas, apresentando sugestões simples e intuitivas. Isto permite que se evitem desperdícios, que os erros sejam evitados e fornece mais autonomia, ao colocar a gestão do processo mais perto do colaborador (Pinto 2008).

Num ambiente no qual a gestão visual está presente, assiste-se a uma responsabilização dos membros pelas suas ações, havendo uma maior transparência relativamente à distância entre o desempenho e a expectativa do mesmo. Os resultados tornam-se visíveis, sendo mais fácil a identificação e a resolução de falhas. Adicionalmente, as técnicas de gestão visual melhoram as capacidades e os conhecimentos dos colaboradores pelo facto de estes aprenderem e reterem mais rapidamente a informação pela forma como esta lhes é apresentada (Liff and Posey 2004).

A gestão visual permite não só alcançar um aumento da produtividade, uma redução de custos através da consciencialização dos custos controláveis, uma maior preocupação com o produto a entregar ao cliente e às necessidades do mesmo, como também um maior compromisso por parte dos colaboradores pelo facto de estes sentirem que estão envolvidos na missão e visão da empresa (Liff and Posey 2004).

A gestão visual, tal como outros processos de mudança significativos em empresas, é um processo contínuo e não estático. Apesar de se poderem ver mudanças quase imediatas, a maioria dos aumentos de desempenho aparecem a longo prazo, sendo influenciados pelo grau de alterações a realizar (Liff and Posey 2004).

Uma empresa que pretenda implementar um sistema de gestão visual pretende mudanças significativas no seu sistema de gestão organizacional. Um aspeto distintivo da gestão visual é que esta é direcionada para uma equipa e não para um indivíduo, havendo uma perspetiva de partilha e de contribuição comum (Greif 1991).

Primeiramente, os sistemas operativos e estruturas terão um melhor alinhamento e trabalharão de forma sincronizada, assegurando que todas as atividades desenvolvidas estejam focadas em objetivos comuns. Como consequência de um maior envolvimento dos colaboradores, o fluxo de trabalho tornar-se-á mais eficiente e eficaz, havendo uma melhoria nas atividades de comunicação e partilha de informação. Dá-se, desta forma, uma mudança cultural na empresa, na forma como esta funciona e trabalha, numa lógica de melhoria contínua do desempenho (Liff and Posey 2004). Segundo Liff and Posey (2004), o tempo necessário para implementar um sistema de gestão visual é entre dois a três anos, com a maioria das mudanças a ocorrer no primeiro ano.

### 3 Descrição da Situação Atual

Neste capítulo é apresentado, em primeiro lugar, o processo produtivo dos três principais produtos, sendo de seguida descrito como é que a informação associada ao processo produtivo é armazenada e ainda como decorre o fluxo de informação que acompanha o mesmo.

De modo a explicitar como é que a informação é apresentada no chão de fábrica, é descrita a gestão visual utilizada.

Por fim, são explicitados pontos relevantes que influenciam o desempenho do processo produtivo, como o *layout* e o ERP da empresa.

#### 3.1 Processo Produtivo

Na UI Portocork, há três principais fluxos de produção: produto semiacabado, produto acabado e NDtech. Na Figura 12 apresenta-se o mapa dos processos a nível estratégico, no qual estão representados os processos identificados como *core*, de gestão e de suporte.

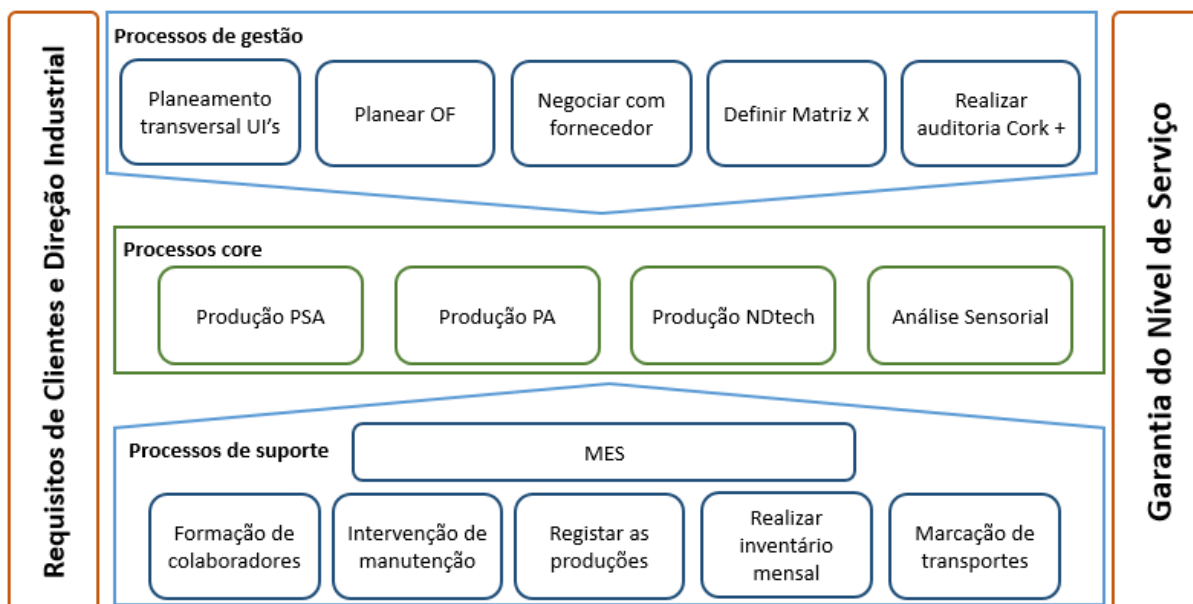


Figura 12- Mapa dos processos da Portocork (nível estratégico)

Adicionalmente, pelo processo produtivo poderão ainda passar rolhas de outras UI que são destinadas a uma operação de modo a ser feita uma prestação de serviços.

Nos subcapítulos seguintes será descrito o processo produtivo dos três fluxos produtivos acompanhado por um diagrama de primeiro nível do processo. Os diagramas de segundo nível de cada fase poderão ser encontrados nos Anexos A, B e C.

As rolhas poderão ser classificadas quanto ao seu calibre e classe. Quanto ao calibre, a rolha é classificada conforme o seu diâmetro e comprimento. A classe é atribuída dependendo do seu

aspecto visual e poderá ser: flor, extra, superior, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>. A classe de valor mais elevado é a flor e a de valor mais baixo é a 6<sup>a</sup>.

### 3.1.1 Produto Semiacabado

As rolhas que passam por este processo produtivo, representado na Figura 13, são apenas rolhas naturais compradas a fornecedores externos. É de referir que os sinais de proibição das figuras representam a restrição do avanço de uma ordem de fabrico (OF) conforme resultados do laboratório. No início de cada ano os fornecedores enviam para a UI o plano de entregas a decorrer durante o mesmo, explicitando a quantidade de cada calibre e classe. Este plano será mais ou menos detalhado conforme o fornecedor.

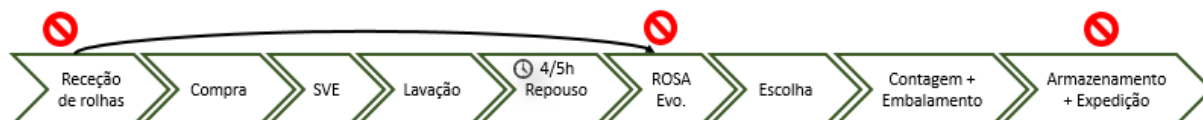


Figura 13- Mapa do processo PSA de primeiro nível

Aquando da receção de rolhas, é efetuada primeiramente uma inspeção de modo a comparar o lote com uma amostra de negócio. De seguida, o laboratório retira ao lote uma amostra para análise de TCA e controlo visual, sendo ainda selecionado 30% do lote para contagem. Caso o lote seja aprovado em todas as fases mencionadas, a compra é efetuada.

Após a aprovação do lote, este seguirá no processo produtivo para as máquinas do Sistema de Verificação de Estanquidade (SVE) nas quais é aplicada em cada rolha uma determinada pressão, permitindo verificar se a mesma veda ou não veda. Apenas as rolhas que vedam seguem o processo produtivo.

Posteriormente, os lotes seguem para a lavação, onde são aplicados produtos químicos de modo a ser obtida uma determinada coloração nas rolhas, conforme as especificações dos clientes. A quantidade dos produtos químicos a ser aplicada varia conforme a lavação e a classe da rolha, sendo a mistura dos mesmos feita de forma manual. Após a lavação, as rolhas devem repousar durante 4 a 5 horas.

A fase seguinte do processo produtivo é a passagem das rolhas pela estufa Rosa Evolution® durante um período de 3 horas, uma tecnologia desenvolvida pelo Grupo Amorim com o objetivo de minimizar o TCA existente nas rolhas. À saída do Rosa Evolution® é recolhida uma amostra por OF para controlo dos níveis de TCA.

Pode dar-se o caso de as rolhas passarem no Rosa Evolution®, depois das SVE, devido aos resultados de TCA.

As rolhas vêm já do fornecedor classificadas como uma determinada classe. Contudo, têm que passar por um processo de escolha de modo a que sejam retiradas rolhas com bicho, defeito e de classes inferiores. Podem ser encontrados dois tipos de escolha: eletrónica e de tapete (manual). Na escolha eletrónica a máquina é calibrada conforme a qualidade do lote que estiver a ser processado, sendo que as rolhas são separadas através de câmaras que fazem uma leitura tridimensional dos poros das mesmas. Em média, apenas 70% do lote corresponde à classe inicial. As rolhas classificadas como duas classes inferiores à inicial terão de voltar a passar nas máquinas de escolha. Na escolha de tapete, estão quatro colaboradoras por tapete que retiram rolhas não conformes com a classe que estiver a ser passada. As rolhas classificadas como classes inferiores terão de voltar a ser escolhidas. Enquanto que na escolha eletrónica é possível que as rolhas de classes inferiores sejam discriminadas, na escolha de tapete tal não é possível. As rolhas classificadas como bicho ou defeito poderão ir para apara ou para topejar (diminuição do calibre da rolha) de modo a haver um aproveitamento da matéria-prima.

Após a escolha, as rolhas seguem para a contagem e embalagem. Antes de as rolhas serem contadas na máquina Fercast, passam por um tapete onde está uma colaboradora a retirar rolhas não conformes, sendo distinguidas em rolhas com defeito e de classe inferior.

O destino das rolhas poderá ser para *stock* ou terem atribuídas uma OF. No caso de existir uma OF, são retiradas duas amostras: uma para enviar ao cliente (*pre-shipment*) e outra para o laboratório, para que o lote seja aprovado. As rolhas ficam a aguardar em armazém, sendo que o seu destino irá influenciar o tempo que estas aí permanecem em inspeção e, no caso de serem aprovadas, as rolhas serão expedidas. As rolhas, cujo destino é para *stock*, serão juntadas à palete que já existe em stock, ou, se não existir, será iniciada uma nova paleta.

### 3.1.2 Produto Acabado

Neste fluxo produtivo, ilustrado na Figura 14, tanto são processadas rolhas naturais, como rolhas colmatadas e técnicas. Estas poderão ser rolhas processadas na PTK, no caso de rolhas naturais de certos calibres, ou serem rolhas compradas a outras UI, no caso de rolhas colmatadas, técnicas ou de calibres especiais.



Figura 14- Mapa do processo PA de primeiro nível

Conforme as especificações do cliente, indicadas na nota de encomenda entregue aos colaboradores da marcação, é feita a recolha das rolhas e marcas a serem utilizadas. As marcas são símbolos ou imagens a serem impressos nas rolhas. Existem três tipos de marcação disponível: tinta, fogo e laser. As rolhas, após a marcação, seguem o processo produtivo em cestos com quantidades *standard* conforme o calibre em questão. No caso da marcação a tinta, as rolhas terão de estabilizar durante 48 horas após a operação.

Após a estabilização, as rolhas seguem para o tratamento cuja função é melhorar a sua introdução, vedação e extração. A mistura dos produtos químicos é feita manualmente pelo colaborador e depende do tipo de tratamento em questão. Acoplado à saída do tambor de tratamento existe um tapete que transporta as rolhas para estas passarem, primeiramente, num detetor de metais antes de seguirem para o cliente final. Posteriormente passam numa Fercast para serem contadas e embaladas. Antes de serem expedidas, é retirada pelo laboratório uma amostra de modo a avaliar a qualidade do lote.

### 3.1.3 NDtech

As rolhas que passam por este processo produtivo, ilustrado na Figura 15, são apenas rolhas naturais, compradas à UI de Santa Maria de Lamas. Em casos excecionais, por falta de *stock*, as rolhas poderão provir da PTK, tendo já passado pelas SVE e Rosa Evolution®.

No *stock* de entrada do NDtech estão apenas as rolhas que abastecem a produção diária. O caminho percorrido pela rolha numa máquina NDtech envolve um aquecimento num pré-incubador, um segundo aquecimento e uma análise num cromatógrafo. O nível de TCA é analisado em cada rolha e, conforme o resultado obtido, terá classificação NDtech (Grupo I), caso o nível de TCA seja inferior a 0,5 nano gramas/litro; Grupo II, caso o nível de TCA esteja entre 0,5 e 2 nano gramas/litro e Grupo III, caso o nível de TCA seja superior a 2 nano gramas/litro. As rolhas classificadas como NDtech seguem no processo produtivo para a lavagem, estufa, escolha eletrónica, contagem e embalagem. As rolhas Grupo II seguem para o Rosa Evolution® com o objetivo de baixar, ou mesmo eliminar, o TCA. As rolhas Grupo III são enviadas para a UI de Santa Maria de Lamas para serem reprocessadas no Super Rosa®, processo semelhante ao Rosa Evolution®.

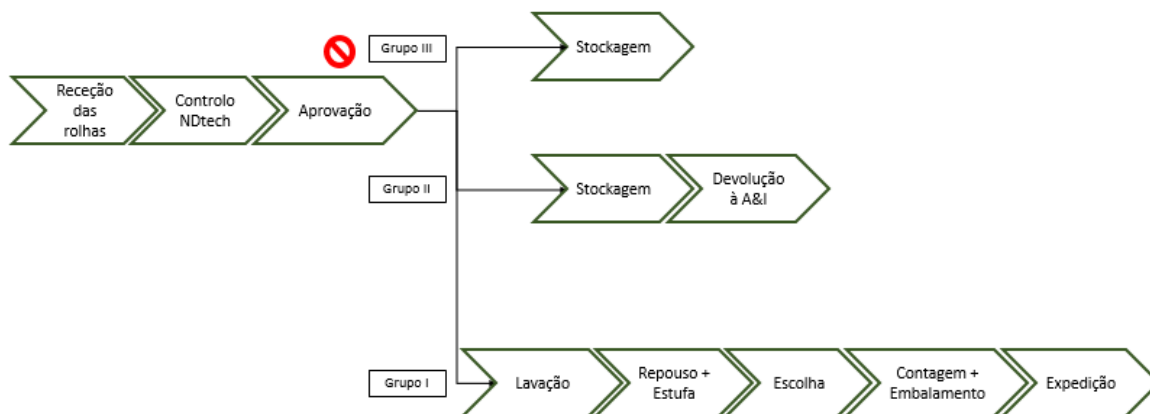


Figura 15- Mapa do processo NDtech de primeiro nível

Por cada turno de 12 horas são retiradas 100 amostras de uma rolha NDtech, correspondendo a cada cesto uma amostra. Os cestos, após produção, ficam a aguardar aprovação da amostra por parte do laboratório, podendo somente seguir o processo produtivo após resposta afirmativa. Por vezes, devido a excesso de processamento de amostras por parte do laboratório, a produção poderá ficar em inspeção mais dias do que os previstos. Por exemplo, o número previsto de dias em inspeção é de 3, mas devido a feriados e férias programadas, já se encontraram em inspeção 17 dias de produção, causando acumulação de cestos e o bloqueio do fluxo produtivo.

### 3.1.4 Análise Sensorial

A análise sensorial é um processo bastante relevante para a PTK visto assegurar, não só a qualidade dos artigos produzidos enviados para o cliente, mas também que os artigos comprados se enquadrem nas especificações definidas.

Este processo garante ainda que todas as máquinas a serem utilizadas ao longo do processo produtivo trabalhem de acordo com os requisitos estabelecidos.

É de referir que o desempenho deste processo poderá implicar o decorrer dos restantes processos *core* devido às fases destes que requerem a validação do laboratório de modo a poderem prosseguir no processo produtivo.

## 3.2 Sistemas de Informação

Existem atualmente três sistemas de informação onde são registados as produções, consumos e processos de compra e venda: Workflow, AS400 (ERP da empresa) e Sistema de Gestão e Produção de Rolhas (SGPR).

O Workflow é utilizado nos processos de compra de rolhas a fornecedores externos e compra de material não cortiça, apresentado na Figura 16 um exemplo de uma página do sistema.

Figura 16- Página do Workflow

No AS400, o ERP da empresa, apresentado na Figura 17, estão registados todos os *stocks*, os registos de compras e vendas e as encomendas de clientes.

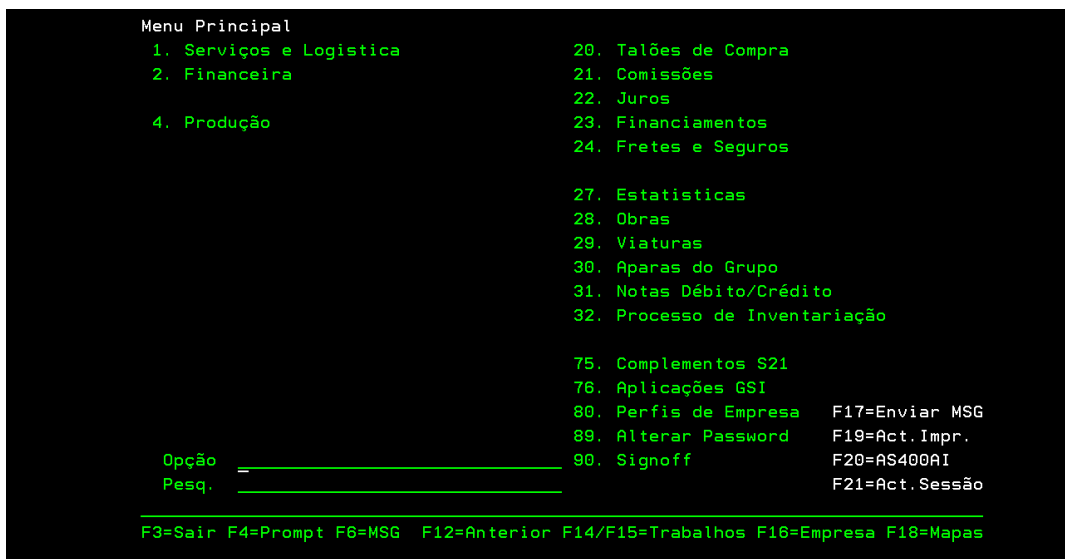


Figura 17- Página do AS400

O SGPR, cuja interface é apresentada na Figura 18, permite o planeamento das OF, a gestão da carteira de encomendas, o controlo do que se encontra em cada fase do processo produtivo e a valorização de *stocks*.

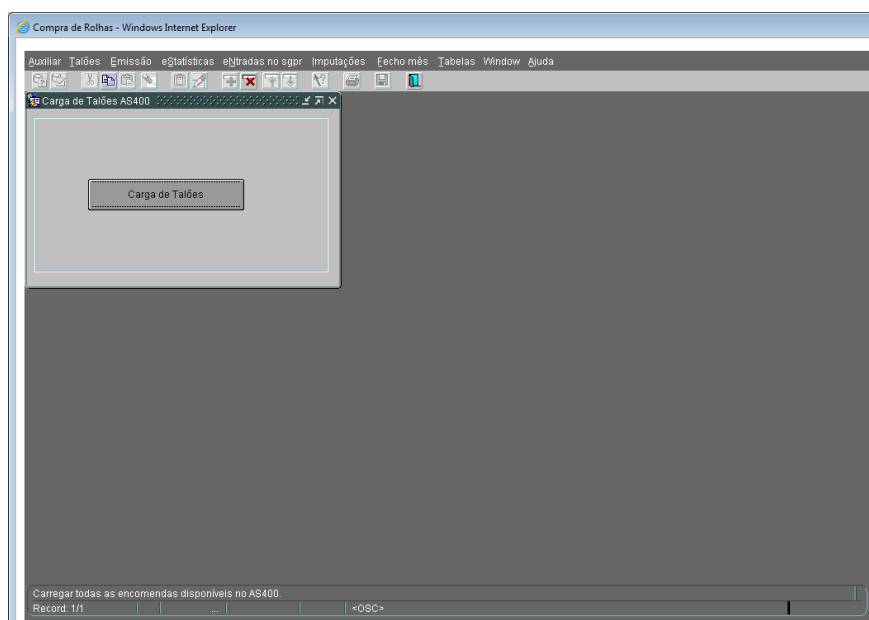


Figura 18- Página do SGPR

Todos estes sistemas são alimentados por registos manuais efetuados pelos operadores que, posteriormente, são introduzidos nos mesmos por um único colaborador responsável pelos registos de todas as operações. O facto de os registos terem de ser processados duas, ou mesmo três vezes, imputa custos ao processo que não acrescentam valor ao produto final.



Adicionalmente, existem ainda ficheiros Excel que permitem fazer uma gestão da carteira de encomendas, dos artigos em *stock* e da rastreabilidade dos lotes. A informação dos ficheiros relativos a artigos em *stock* e à rastreabilidade de lotes é introduzida manualmente.

### 3.3 Registo Manual de Informação

Todos os registos de produções são anotados em papel pelos operários durante o turno, tal como demonstrado na Figura 19 e são entregues no fim do mesmo a um colaborador responsável pela formalização destes mesmos registos. São exceções o registo da produção da marcação e NDtech que são efetuados em ficheiros Access e os registos manuais das SVE que, primeiramente, são efetuados em papel e posteriormente introduzidos num ficheiro Excel. Contudo, a informação terá de ser igualmente tratada pelo colaborador responsável.

The left sheet is a detailed production log with columns for ID, Position, Production (G1, G2, G3), and Paragens. The right sheet is a 'HISTÓRICO DE LOTES DE ROLHAS RECEPCIONADOS' (History of Received Gasket Lots) with columns for Date, Lot, Form, Name, Calibre, Quantity, Class, Guia Remessa, Aprov., Rejeit., Qtd. Rejeit., Neg., and Status Qtd.

Figura 19- Exemplos de folhas de registo de produção manual

Existe ainda um ficheiro Excel, pelo qual está responsável o colaborador que se encontra na expedição, onde estão registadas as quantidades de rolhas naturais em armazém.

Os registos das expedições são efetuados pelo colaborador responsável ao reunir as guias de remessa de todas as expedições e, de seguida, introduzir os dados no SGPR.

Esta situação faz com que, para o planeamento da produção ter acesso à informação relativa a consumos e produções na hora, tenha que se deslocar ao chão de fábrica, traduzindo-se numa utilização do tempo de forma pouco eficiente. Para além do descrito, quando é para ser iniciada uma nova ordem de fabrico, ou são os operários que se têm que deslocar ao gabinete de produção ou o contrário.

Adicionalmente, para a gestão da produção ter conhecimento da fase do processo produtivo em que uma OF está, tem que se deslocar ao chão de fábrica pois não tem esta informação disponível num sistema informático.

Para além dos registos de produção, é necessário garantir a rastreabilidade dos lotes e produtos químicos consumidos em cada OF. Nos setores do NDtech, lavação e escolha são registados quais as OF consumidas para produzir uma determinada OF. No setor da lavação são registados quais os lotes de produtos químicos utilizados para cada OF, no setor do tratamento e marcação são assinaladas as datas nas quais o lote de um determinado produto químico foi utilizado.

### 3.4 Fluxo de Informação

O fluxo de informação, à semelhança do que acontece com o tipo de fluxo produtivo, segue por sistemas e processos distintos conforme o tipo de produto em questão.

É de realçar que a maior parte das produções apontadas são quantidades aproximadas, à exceção das máquinas SVE, embalagem e marcação, que possuem contadores automáticos. O tratamento aponta também quantidades exatas uma vez que processa as rolhas que saem da marcação.

#### 3.4.1 Produto Semiacabado

Quando se inicia o processo de compra, despoletado pelo plano de entregas anual enviado pelos fornecedores, acima mencionado, este é iniciado no Workflow onde a compra é registada e é atribuído um número de lote, sendo emitido no fim do registo o documento de “Pré-confirmação de compra”. Após a chegada das rolhas à UI, existem três documentos a serem preenchidos: “histórico de lotes de rolhas rececionadas”, “controlo de rolhas compradas, controlo de entrada” e “controlo de rolhas compradas, análise visual de defeitos + classe”. Após sair a aprovação do laboratório, a compra é confirmada pelo colaborador que se encontra no setor da receção, utilizando a “pré-confirmação de compra” e a “guia de remessa” do fornecedor. O fluxograma da fase de receção pode ser visualizado na Figura 20.

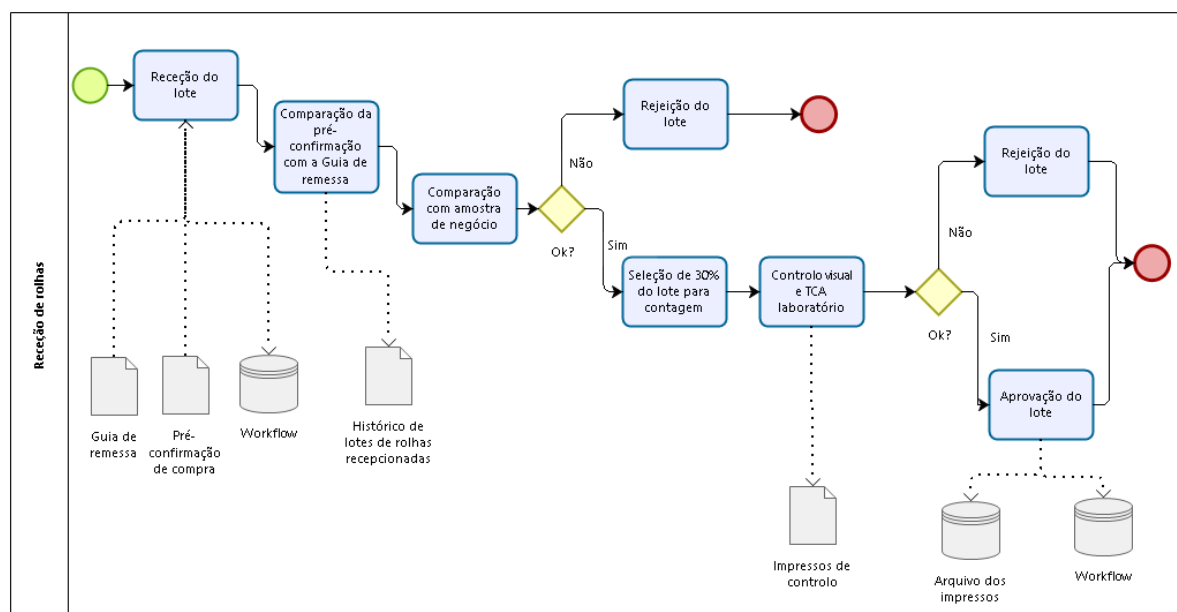


Figura 20- Fluxograma da receção PSA

O processo de compra segue então para o colaborador que se encontra no escritório da produção. Este, com a “pré-confirmação de compra” e a “guia de remessa” do fornecedor, aprova uma segunda vez a compra no Workflow, tendo ainda de efetuar mais duas etapas: “renegociar com o fornecedor” e “criação da nota de encomenda ERP”. Estes dois passos, no caso da PTK, são redundantes visto ser o mesmo colaborador a fazê-los e por não introduzir modificações no processo. A partir deste momento os lotes estão disponíveis no ERP da empresa.

O mesmo colaborador tem que, no AS400, confirmar a receção da compra efetuada no Workflow, no armazém da UI e gerar a encomenda. Neste momento é criada a “guia de entrada” que confirma a entrada da compra no armazém do AS400.

Posteriormente, o mesmo colaborador tem que, no SGPR, efetuar a receção da compra utilizando a “guia de entrada”, a “pré-confirmação de compra” e o “controlo de rolhas compradas, análise visual de defeitos + classe”. O número do lote é introduzido no Workflow no campo observações, sendo que esta informação não passa para o AS400. No entanto, o colaborador volta a introduzir o número de lote no SGPR. Apesar de o AS400 ter um campo “lote”, este só é utilizado no caso de lotes cuja gestão seja feita ao lote, ou seja, artigos que para efeito de inventário são contabilizados por lote e não por unidade.

Este processo de compra de rolhas é efetuado apenas para fornecedores externos. O fluxograma da fase de compra é evidenciado na Figura 21.

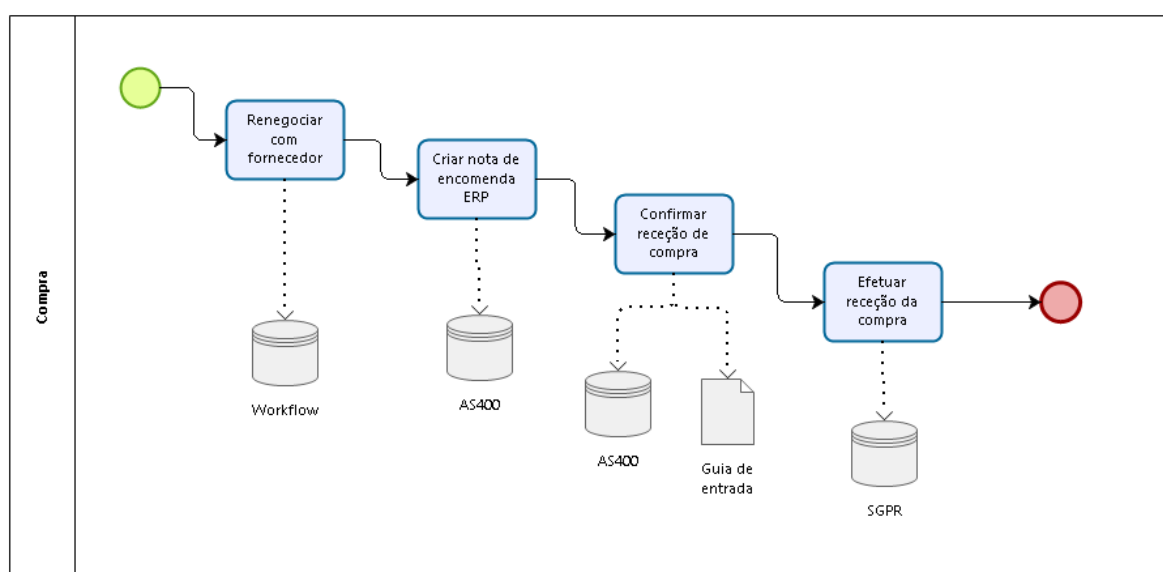


Figura 21- Fluxograma da compra PSA

Após as rolhas serem processadas, em cada operação é feito um registo manual da produção pelos operadores que se encontram em cada setor. No final de cada turno estes registos são entregues ao colaborador que se encontra no escritório da produção, responsável também pelo processo de compra, de modo a introduzi-los no SGPR. O tempo médio que demora a fazer o registo de um dia de produção é de 3 horas. Pelo facto de este colaborador estar responsável por vários processos burocráticos não lhe é possível manter o registo da produção atualizado. Por exemplo, no dia 02/05/2017 estavam a ser introduzidos no sistema os registos de produção do dia 11/04/2017. Este desfazamento temporal implica que a gestão da produção não tenha os registos atualizados em suporte informático.

Até à operação das SVE, o processo encontra-se em modo *push*. A partir daí, ou seja, na lavação, o processo entra na sua fase *pull*. Conforme as encomendas em carteira ou manutenção de *stocks* de segurança são atribuídas lavações aos lotes.

O processo de produção de uma encomenda inicia-se quando esta dá entrada no Serviço de Apoio ao Cliente (SAC), no sistema *e-supply*, estando este ligado ao AS400. A gestão da produção tem acesso à informação da encomenda a partir do momento que esta entra no AS400, não podendo, porém, iniciar o seu planeamento. Após a encomenda ser processada pelo SAC, esta dá entrada no SGPR, podendo a gestão da produção da PTK ter acesso à encomenda no SGPR e iniciar o seu planeamento. Uma OF é atribuída e é definida uma data

de expedição no ficheiro da carteira de encomendas. Este ficheiro está ligado ao AS400 e atualiza a data de expedição associada à encomenda.

Para determinadas encomendas pode acontecer que a PTK não tenha a operação necessária para a satisfazer sendo necessário enviar a OF para fazer prestação de serviço numa outra UI. Nestes casos, é impressa uma etiqueta no AS400 de modo a identificar o volume que segue para a outra UI e é emitida ainda uma guia para efeitos de transporte. Esta tem como objetivo manter um registo, na PTK, do que é enviado para outras UI e para informar na UI destino a OF que é enviada e a que operações deve ser submetida. Sempre que há prestações de serviço e de modo a formalizar os pedidos, a gestão da produção da PTK envia para a gestão da produção da UI destino um ficheiro que discrimina o que será entregue no dia.

Na lavação, a gestão da produção atribui a um lote, ou vários, dependendo da quantidade necessária, uma OF. Essa OF acompanha o artigo até ao fim do processo produtivo. Na escolha, o lote corresponde a uma determinada classe. Todavia, como foi referido anteriormente, esta só corresponde a 70% do lote, havendo um desdobramento do mesmo por várias classes. Nos sacos que contêm classes distintas da inicial é escrita em papel uma identificação da nova classe, indicando os dados iguais aos do lote original.

No fim do processo produtivo, ou seja, na embalagem, caso o destino seja uma encomenda, é atribuída à OF um número de encomenda. Quando a amostra é aprovada, as etiquetas, contendo um código de barras que permite a leitura do artigo, são impressas através do AS400 e são picadas para indicar que o artigo está a ser embalado. Ao expedir uma encomenda é colocada a etiqueta AS400 e é dada a saída da encomenda do armazém da PTK. É igualmente efetuado um registo das expedições em SGPR com base nas guias de remessa que indicam a saída das encomendas de produto semiacabado da PTK.

Caso não exista uma encomenda, esta OF segue para armazém e mantém o mesmo número. O que entra no armazém é adicionado a um ficheiro que regista as quantidades dos artigos aí existentes.

Ao ter de informar os colaboradores do planeamento da produção e da localização dos lotes, a gestão da produção tem de se deslocar recorrentemente ao chão de fábrica. Relativamente aos colaboradores, as suas deslocações ocorrem entre operações por estarem dispersas ao longo da fábrica, de estes não terem acesso automático ao estado das OF em cada operação e à localização dos lotes no chão de fábrica.

### **3.4.2 Produto Acabado**

O fluxo produtivo do produto acabado inicia-se quando uma encomenda dá entrada no SAC, acontecendo numa lógica *pull*. O tratamento da encomenda dá-se de forma semelhante ao descrito no fluxo do produto semiacabado.

A nota de encomenda é entregue na marcação, onde está especificada a marca a ser utilizada, artigo e quantidade. O calendário do planeamento da carteira de encomendas é entregue no tratamento de forma a ser estruturada a sequência de trabalho a realizar. É também entregue na marcação um “pedido da produção”, um papel que irá acompanhar a encomenda durante o processo produtivo, no qual estão indicados o artigo, quantidade, tipo de marcação, tratamento, embalagem, data de expedição, número de encomenda e OF.

Caso o artigo necessário para satisfazer a encomenda exista em armazém, este é recolhido. Se as rolhas forem naturais, o colaborador da marcação acede ao ficheiro que tem registado a quantidade, classe, calibre das rolhas e zona do armazém em que se encontram e é necessário registar a saída das mesmas no ficheiro. A zona indicada por vezes corresponde a uma área pouco específica, o que se traduz em tempo despendido desnecessariamente na procura das rolhas. No caso de estas serem rolhas técnicas ou colmatadas, o colaborador da marcação tem

um quadro que localiza no armazém as rolhas. Porém, devido a excesso de *stock* em armazém os limites das *boxes* não estão a ser cumpridos, o que causou a desatualização do quadro, fazendo com que o colaborador perdesse tempo na procura do artigo e tivesse que retirar paletes que bloqueavam o acesso ao mesmo.

Caso o artigo não exista em armazém, é necessário iniciar o processo de compra a fornecedores internos. A gestão da produção comunica com as outras UI para confirmar a existência do artigo. Se a UI tiver em armazém o artigo pretendido, o processo de compra inicia-se no AS400 onde é feito o registo da encomenda e é especificado o artigo, quantidade e armazém em questão. No fim desta fase é enviada uma nota de encomenda para a UI fornecedora. Quando o artigo chega à PTK é necessário registar a sua receção no AS400, utilizando a guia de remessa da UI fornecedora e introduzindo a referência dos armazéns envolvidos. No fim desta fase é criada a “confirmação receção expedição”. A fase final deste processo decorre no SGPR, onde o primeiro passo é atribuir OF aos artigos e, de seguida, dar entrada dos artigos no sistema. O fluxograma da fase do processamento de encomenda pode ser visualizado na Figura 22.

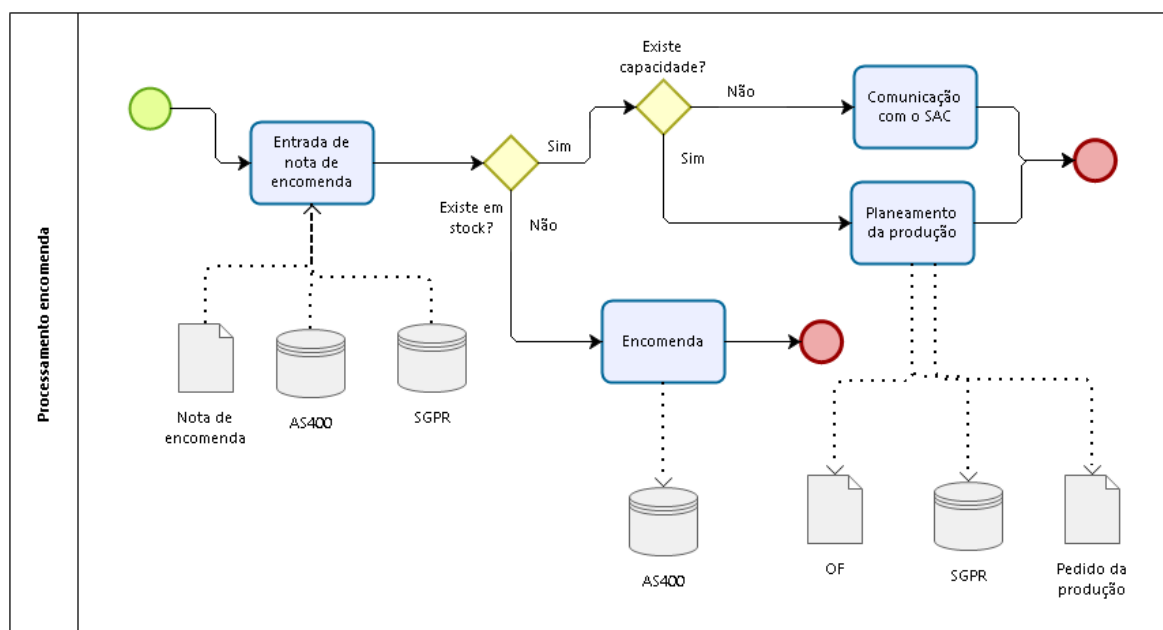


Figura 22- Fluxograma do processamento de encomenda PA

O registo de produção da marcação é dado num ficheiro Access, sendo que no fim do turno o registo é impresso e entregue ao colaborador responsável por o introduzir no SGPR. São-lhe ainda entregues os registos manuais do tratamento e embalagem.

No fim da embalagem são impressas, no AS400, as etiquetas que seguirão na expedição. As etiquetas são picadas de modo a dar a indicação de que o artigo será embalado. Quando a encomenda é expedida, o código de barras é picado de modo a dar saída da mesma da UI.

É também elaborado um registo das expedições em SGPR com base nas guias de remessa que indicam a saída das encomendas de produto acabado da PTK.

### 3.4.3 NDtech

Tal como acontece no fluxo produtivo do produto acabado, o fluxo produtivo do NDtech inicia-se quando uma encomenda dá entrada no SAC, acontecendo numa lógica *pull*. O tratamento da encomenda dá-se de forma semelhante ao descrito no fluxo do produto semiacabado.

Conforme o planeamento da carteira de encomendas, a gestão da produção coloca uma encomenda na UI de Santa Maria de Lamas. O processo de compra interna é semelhante ao processo que decorre no fluxo de informação do produto acabado. Quando a encomenda chega à PTK, a gestão da produção tem que se deslocar ao chão de fábrica para confirmar o número de encomenda de cada artigo escrito na etiqueta para poder indicar aos colaboradores do NDtech quais os sacos que devem consumir e em que máquina(s). Tal deve-se ao facto de os números das OF de produção serem distintos dos que vêm indicados na guia de remessa e que estão indicados nas etiquetas.

A gestão da produção entrega diariamente um papel por OF de produção aos colaboradores do NDtech onde são indicadas quais as OF de consumo a passar e em que máquina(s). Por cesto de produção é escrito um papel autocolante no qual está indicado: data, OF de consumo, OF de produção, artigo, linha (máquina), módulo, turno e identificação da amostra retirada.

Durante o turno, os colaboradores registam manualmente por folha, lote e linha não só a quantidade produzida de cada grupo em cada módulo, sendo que uma linha é composta por seis módulos, mas também as paragens que ocorreram. A quantidade registada não corresponde à produção real devido à existência de câmaras vazias. Como tal, os colaboradores assumem a produção real como 90% da produção indicada em cada módulo. As amostras retiradas em cada turno são registadas numa folha, fazendo a associação entre o módulo em que foram processadas e a designação atribuída à rolha. No final de cada turno, cada colaborador transcreve os seus registos para um ficheiro Access assistindo-se à duplicação do processamento da informação pelo facto de estes registos, posteriormente, terem de ser processados pelo colaborador responsável pela passagem dos registos para o SGPR.

Os cestos só prosseguem o processo produtivo quando é enviado para o NDtech a aprovação das amostras. Quando uma amostra é aprovada, o NDtech comunica com a gestão da produção para que seja atribuída uma lavação ao lote, com base nas encomendas em carteira. Os cestos de um lote são colocados num carro, sendo reunidas as identificações de cada cesto. Quando o lote chega à lavação, o colaborador reúne essas identificações, escreve nas mesmas a que nova OF de produção correspondem e entrega-as à gestão da produção que os passa para um ficheiro Excel, tendo como objetivo garantir a rastreabilidade dos lotes. O colaborador também escreve nos seus registos de produção diários estas informações. Esta nova OF acompanhará o lote até ao fim do processo produtivo, acontecendo na escolha o mesmo desdobramento de classes como referido no produto semiacabado. O fluxograma do NDtech pode ser visualizado na Figura 23.

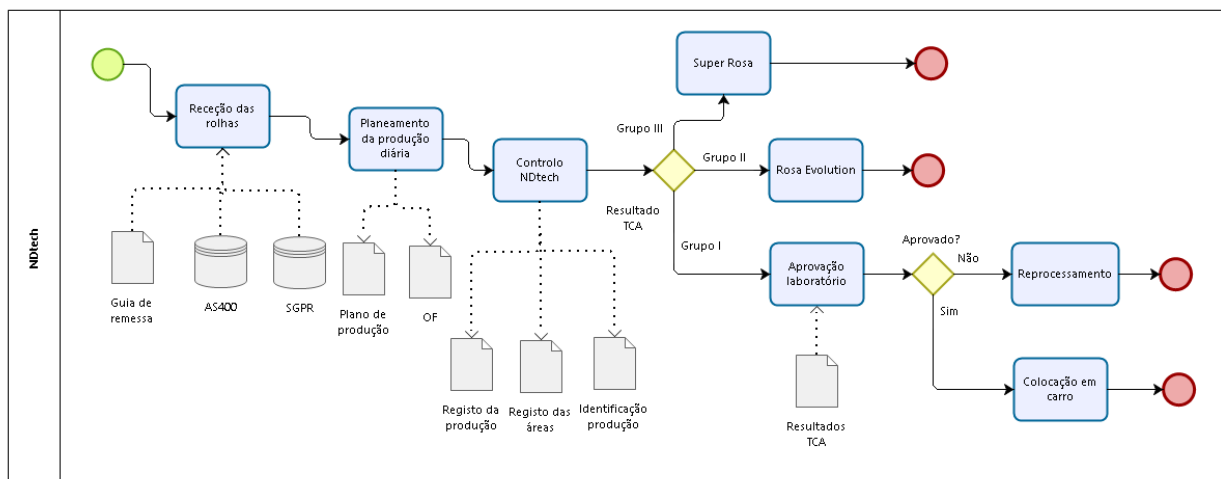


Figura 23- Fluxograma do NDtech



O restante fluxo de informação decorre da mesma forma que na produção de semiacabado: caso exista uma encomenda é atribuída a esta OF um número de encomenda e caso não exista uma encomenda, esta OF segue para armazém e mantém o número.

A embalagem de rolhas NDtech tanto poderá acontecer na embalagem de produto semiacabado como de produto acabado, conforme especificações da gestão da produção. O processo de expedição dá-se da mesma forma da descrita no produto semiacabado.

### 3.5 Gestão Visual da Produção no Chão de Fábrica

Quando um lote chega à fábrica, é preenchida uma placa na qual é indicada: número de fornecedor, número de lote, data de entrada na UI, quantidade, número de sacos, classe, calibre e o estado de controlo, tal como demonstrado na Figura 24.



Figura 24- Identificação da receção de lotes

A partir da lavação, inclusive, a placa que acompanha o lote é removida. No caso de rolhas NDtech, existe uma etiqueta *standard* que é preenchida com a OF de produção, artigo, quantidade e lavação e esta é pendurada no carro, acompanhando a OF até ao fim do processo produtivo. No caso das rolhas do fluxo produtivo de semiacabado não existe nenhuma etiqueta definida, sendo que os volumes ficam identificados com um papel escrito à mão, tal como ilustrado na Figura 25, indicando a OF de produção, artigo, lavação e quantidade, que é colocado no carro que contém o lote. No caso de um lote ser composto por mais do que um saco ou carro, apenas um terá a identificação, o que pode gerar confusão quanto aos volumes a que esta corresponde.



Figura 25- Identificações de volumes no chão de fábrica

Os cestos de rolhas NDtech que se encontram em inspeção estão identificados pela etiqueta escrita à mão, referida anteriormente. Cada fila de cestos corresponde a um dia de produção. Todavia, no início da fila não está assinalado a que dia corresponde, sendo pouco visível a identificação dos dias por parte dos colaboradores.

Os artigos de rolhas naturais em *stock* estão identificados através de uma placa que indica a OF, a descrição do artigo e, por vezes, o número de volumes e a quantidade, que poderá não estar atualizada. No caso dos artigos serem rolhas técnicas ou colmatadas de *stock* de segurança para a marcação e estarem em paletes, a etiqueta que identifica a mesma, e que contém a quantidade total, pode já não corresponder ao que existe pelo facto de a paleta já estar a ser consumida. Mesmo no caso de ser apenas um saco com a etiqueta e este já estiver a ser consumido, os colaboradores não têm o hábito de anotar na etiqueta a quantidade restante no saco, o que dificulta a contabilização dos artigos em *stock*. Assim, a gestão da produção não tem um registo atualizado dos artigos, nem a quantidade que se encontra em armazém.

Tal como foi referido na descrição do fluxo de informação de produto acabado, há um quadro que contém um mapa das boxes no qual está escrito que artigo está em cada *box*, tendo sido definido um código de cores para que possa ser mais fácil a identificação dos artigos por tipo. Contudo, como o registo de informação no quadro está desatualizado, a localização dos artigos é dificultada. Adicionalmente, desde a alteração das políticas de *stock* com as *Sales Companies* houve um pico de *stock*, o que se traduziu no incumprimento das marcas das *boxes* e que será explicitado no subcapítulo 3.7.

### 3.6 Alteração de ERP

O ERP que se encontra em vigor no Grupo é o AS400, já existente há vários anos. No entanto, com o objetivo de dar resposta às necessidades do Grupo, que se têm vindo a modificar ao longo dos anos, este ERP tem sofrido alterações. Têm sido adicionadas funcionalidades e processos adaptados pelo facto de existirem requisitos que têm surgido para os quais o ERP da empresa não estava inicialmente preparado. É nesta ótica que os sistemas de informação complementares foram surgindo tendo como finalidade o suporte da gestão da informação para a qual o AS400 falha em dar resposta.

Na ligação entre os vários sistemas de informação podem ser encontradas redundâncias na inserção e tratamento de informação, o que também representa tempo despendido pelo colaborador responsável pelos registos a inserir e procurar informação.

Para que as lacunas do AS400 sejam colmatadas a Direção tomou a decisão de implementar um novo ERP que já estivesse preparado para lidar com as necessidades deste Grupo. Está a ser realizado um estudo pela equipa responsável pela implementação do novo ERP de forma a identificar as necessidades por satisfazer ou cuja solução anteriormente aplicada não é neste momento a mais eficiente. Este estudo está a decorrer transversalmente a todo o Grupo a fim de normalizar processos e eliminar variações no tratamento da informação.

### 3.7 Análise do Layout

A Portocork é uma fábrica cuja dimensão tem vindo a crescer ao longo dos anos tendo sido feitas alterações ao *layout* com a finalidade de responder às necessidades que foram surgindo. Como foram sendo acrescentadas operações e máquinas, a localização das mesmas foi sendo definida no espaço disponível, o que causou uma dispersão das operações ao longo da fábrica.

#### 3.7.1 Movimentações na Produção

Pelas razões anteriormente descritas, as movimentações no processo produtivo da UI não se encontram otimizadas, despendendo-se um tempo significativo na sua realização.



Nas movimentações do fluxo do produto semiacabado podem ser identificados dois principais polos de produção que estão separados, o que causa tempo e recursos perdidos nas movimentações dos artigos. Esta separação torna também mais difícil a comunicação entre operações.

As movimentações do fluxo de produto acabado estão mais concentradas quando comparadas com as do produto semiacabado em que o tempo despendido em movimentações é maioritariamente atribuído à recolha dos artigos a serem processados. É de realçar que um dos colaboradores da marcação está responsável por trazer os artigos a serem consumidos para a sua operação havendo o problema anteriormente referido de o quadro não estar atualizado e, desta forma, não ter acesso imediato à localização dos artigos em armazém. Devido à falta de espaço em armazém, algumas paletes de *stock* de segurança de rolhas técnicas e colmatadas encontram-se perto do Rosa Evolution®, estando estas longe da zona da marcação, fazendo com que os colaboradores tenham que, primeiramente, ir buscar o porta-paletes e, de seguida, deslocar-se à zona onde a paleta se encontra.

Existem dois colaboradores encarregues pela movimentação das rolhas ao longo do processo produtivo que têm que percorrer distâncias significativas durante as quais não é acrescentado valor ao produto final. Um carro de rolhas cheio tem um peso que o torna mais difícil de transportar e causa um maior desgaste aos colaboradores. Existe ainda outro colaborador que efetua as cargas e descargas nos dois cais da PTK, encontrando-se estes em extremos opostos da fábrica. O seu posto de trabalho e o acesso à informação de que necessita encontra-se perto do cais de expedição. Encontra-se na Figura 26 a planta atual da PTK.

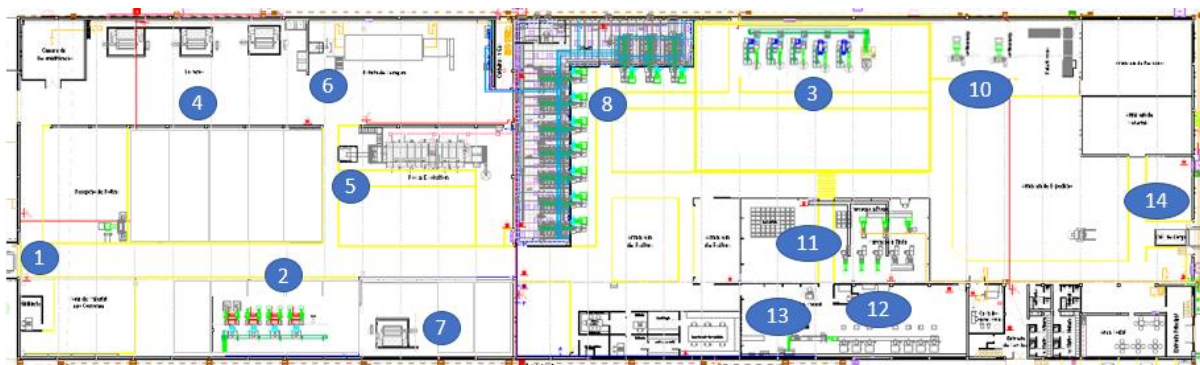


Figura 26- Planta da PTK AS-IS

De modo a minimizar o tempo despendido na movimentação de rolhas, a Direção Industrial tomou a decisão de efetuar alterações ao *layout* atual. Todo o processo produtivo irá estar na zona indicada na Figura 27, ficando o restante espaço da fábrica disponível para armazém. Esta decisão não só diminui o tempo gasto em movimentações de produto, como também aumenta o espaço disponível para armazém, fazendo com que as paletes possam estar concentradas na mesma zona da fábrica.

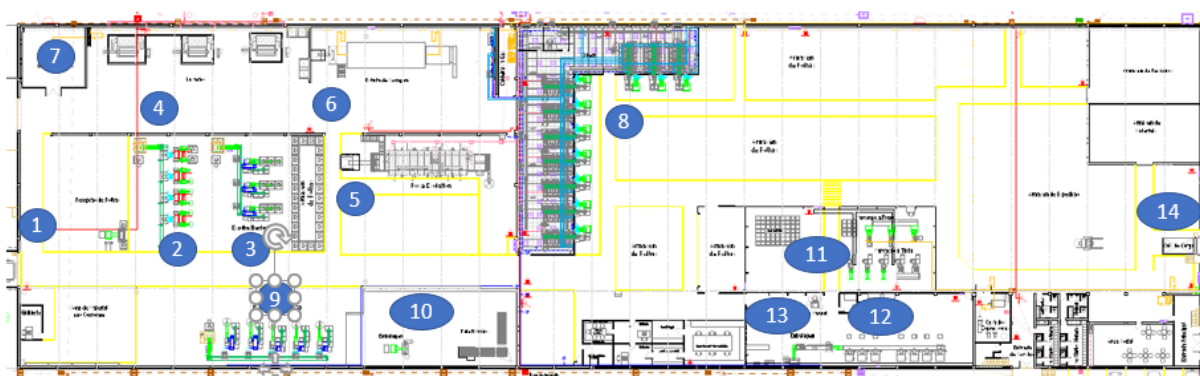


Figura 27- Planta TO-BE PTK

As zonas numeradas na Figura 26 e na Figura 27 estão identificadas na Tabela 1.

Tabela 1- Legenda da planta da PTK

Localizações mapa	
1	Receção
2	SVE
3	1ª Escolha Eletrónica
4	Lavação
5	Rosa Evolution
6	Estufa
7	Revestimento
8	NDtech
9	2ª Escolha Eletrónica
10	Contagem + Embalagem PSA
11	Marcação
12	Tratamento
13	Contagem + Embalagem PA
14	Expedição

Fora as movimentações inerentes ao processo produtivo, as movimentações para a obtenção de informação também representam tempo perdido. Nesta UI, existe uma elevada centralização da tomada de decisão, havendo pouca autonomia por parte dos colaboradores, ocorrendo deslocações significativas, quer da gestão da produção ao chão de fábrica, quer dos operadores aos gabinetes para obter a informação necessária para o processo produtivo.

### 3.7.2 Armazém da PTK

A PTK adotou uma nova política de *stocks* com as *Sales*, na qual ficou definida que uma encomenda só seguiria para expedição após a aprovação do *pre-shipment*, uma amostra da encomenda enviada para ser analisada e aprovada. Tal pretende evitar que, no caso de uma amostra ser rejeitada, se incorram em custos de transporte que podem ser evitados. No entanto, esta política causou, a curto prazo, um aumento do número de paletes em armazém pelo facto de estas ficarem na PTK a aguardar aprovação em vez de seguirem diretamente para as *Sales*. Conforme mencionado anteriormente, o número de dias em inspeção depende do destino. Por exemplo, as encomendas que seguem para os Estados Unidos da América ficam em inspeção em armazém 15 dias, as que seguem para a África do Sul ficam 14 dias e as que seguem para França ficam 7 dias.

Neste momento, a PTK recorre a um espaço da A&I, exterior à fábrica, onde armazena as paletes em inspeção, representando gastos desnecessários no transporte das paletes. Estas têm de ser enviadas para este espaço após produção e, quando o *pre-shipment* é aprovado, as paletes regressam à PTK onde se dá o processo de expedição descrito anteriormente.

Complementarmente, sendo o NDtech uma operação recente, a PTK viu a sua produção aumentar, com uma previsão de produção de 40 milhões de rolhas NDtech para 2017. Porém, o *layout* do armazém não se encontra preparado para acomodar este aumento de produção. Apesar destas rolhas não necessitarem de *pre-shipment*, é necessário espaço para acomodar não só o *stock* de entrada à operação, cestos em inspeção e carros a aguardar seguirem o processo produtivo, como também espaço em armazém para colocar paletes com sobras em sacos e com sobras em caixas às quais não foram atribuídas encomenda(s).

Estes dois fatores tornaram urgente o aumento do espaço disponível destinado a armazém e a identificação das zonas nas quais as paletes estão para que o acesso às mesmas seja facilitado, permitindo uma redução das movimentações dos colaboradores na procura e recolha das paletes.

### 3.8 Análise de Desempenho

Devido à falta de automatização na obtenção de registos de produções, não é possível a monitorização em tempo real do desempenho, tanto dos equipamentos, como dos colaboradores.

O cálculo do OEE apenas pode ser feito *a posteriori*, num horizonte temporal pouco adequado à agilidade necessária no chão de fábrica, por vezes com atrasos de dias. Este indicador é somente calculado para as máquinas de SVE, tendo de ser o operador a introduzir num ficheiro as produções e paragens que ocorreram em cada dia. O facto de o cálculo do OEE ser apenas para as máquinas SVE, torna incompleta a análise do desempenho dos equipamentos do chão de fábrica. Tal atrasa medidas corretivas que sejam necessárias tomar ou podem até não ser tomadas medidas pela falta de identificação de determinado problema.

Relativamente ao total da produção de cada operação, estes valores estão indicados numa folha que é preenchida no final de cada turno. Esta folha está afixada no quadro de cada setor e é analisada duas vezes por semana nas reuniões de equipa. Novamente, o acesso tardio à evolução do volume de produção não é prático para a tomada de decisões, sendo que, se a gestão de produção quiser ter acesso a estes valores tem que se deslocar ao chão de fábrica onde os vários quadros e folhas estão colocados.

Pode-se concluir que a análise de desempenho nesta UI é pouco desenvolvida, não estando a acompanhar a exigência requerida pelo crescimento do volume de vendas e consequente necessidade de agilidade na resposta aos problemas que surjam no dia-a-dia da produção.

Em várias operações, devido à falta de automação, os parâmetros das máquinas não podem ser monitorizados, o que impede um maior controlo sobre o processo produtivo e controlo das variáveis que influenciam a qualidade do produto final.

### 3.9 Cultura Organizacional na PTK

Desde 2015 que a cultura *kaizen* está a ser incutida aos colaboradores desta UI no âmbito do projeto “Cork Mais- Programa de Desenvolvimento de Equipas”. Este projeto tem como missão a criação de uma mentalidade de melhoria contínua ativa por parte dos colaboradores e de melhorar a comunicação entre os mesmos.

Podem já ser encontrados no chão de fábrica vários sistemas de gestão visual, tal como os quadros de reunião de equipa, etiquetas de identificação de carros do NDtech, marcas no chão para a colocação de certos equipamentos e quadros com a localização dos artigos. A informação apresentada nos vários sistemas de gestão visual pretende dotar os colaboradores de uma perceção mais intuitiva da situação no chão de fábrica para que estes possam ser mais autónomos na tomada de decisão.

Existem cinco quadros de equipa: NDtech; receção, SVE, lavação e Rosa *Evolution*®; marcação, tratamento e expedição; escolha e embalagem e laboratório, à volta dos quais são realizadas reuniões bissemanais, exceto no caso do NDtech que são diárias. Nestes estão apresentados os registos manuais de produção por turno; os indicadores de energia; os resultados das auditorias mensais 5-S; lista de ações planeadas, a realizar e concluídas; registo de acidentes de trabalho; questionários relativamente ao significado e impacto dos 5-S e outros termos *kaizen* para que o conhecimento dos colaboradores seja dinamizado.

No entanto, os colaboradores revelam uma certa dependência da Direção Industrial para o processo de tomada de decisão pelo facto de lhes faltar acesso à informação do processo produtivo a um nível transversal. Os métodos de gestão visual utilizados podem ser caracterizados como estáticos, numa determinada operação, o que causa a falta de transmissão da mesma para as operações seguintes. Por exemplo, a informação dos lotes que foram aprovados e que podem seguir para as máquinas SVE apenas chega ao colaborador que está

no setor das SVE quando a gestão da produção se desloca ao chão de fábrica para indicar que um determinado lote já pode ser processado.

A mudança cultural que está a decorrer nos colaboradores da UI é um processo que acontece a longo prazo, apesar de já se observarem mudanças significativas.

## 4 Implementação do MES

Neste capítulo são apresentados, primeiramente, os conceitos base nos quais o MES assenta e qual será o impacto do sistema nas operações da PTK. Posteriormente é apresentado o acompanhamento do projeto a um nível central através da elaboração de um quadro do projeto que utiliza ferramentas de gestão visual.

Complementarmente, são apresentadas as modificações a efetuar de modo a acompanhar as alterações que acontecerão na UI fruto da implementação do MES e da alteração do *layout*.

### 4.1 Conceitos Base do MES a Implementar

O MES a ser implementado denomina-se por TrakSYS e tem associado um conjunto de conceitos básicos nos quais assenta. Estes serão explicados de seguida de modo a facilitar a compreensão dos próximos subcapítulos.

No chão de fábrica encontrar-se-ão quiosques ou computadores, nos quais estará apresentada a interface do MES, para que seja possível o registo e consulta de dados relativos às operações.

Podem ser encontrados dois principais tipos de materiais: matéria-prima e material subsidiário. Matéria-prima é todo o produto que é submetido a um processo produtivo até ser transformado num produto acabado. Material subsidiário é todo o material que não está englobado no produto, mas que é necessário para a produção do mesmo.

Podem ainda ser identificados três tipos de produtos: produto conforme, subproduto e desperdício. Produto conforme é o que resulta de uma operação e que se enquadra nas especificações da mesma. Um subproduto poderá ser: não conforme, caso não cumpra as especificações de uma operação, mas que poderá ser reprocessado; desperdício, caso não possa seguir o processo produtivo e sobra, caso corresponda a uma produção excedente do processo produtivo.

De modo a identificar os volumes existentes na fábrica, estes estarão obrigatoriamente acompanhados de etiquetas contendo um código de barras único, a descrição do artigo, a sua quantidade, a que lote corresponde e outras informações que variarão conforme a etapa do processo produtivo em que aqueles se encontram. O código de barras é utilizado para efetuar as movimentações ao longo do processo produtivo e mudará sempre que um volume sofrer alguma alteração, o que permitirá assegurar a rastreabilidade do mesmo. As etiquetas são impressas no momento da receção de materiais ou no momento do registo de produções.

Numa operação, haverá *inputs*, correspondendo a matéria-prima e material subsidiário, e *outputs*, correspondendo a produtos, subprodutos e/ou desperdício. Os *inputs* e *outputs* estarão identificados pelo código de barras único, referido anteriormente, salvo algumas exceções, como é o caso de materiais que estejam em silos, ficando o registo do artigo e quantidade indicado no MES. No registo dos dados relativos a uma operação estarão discriminadas a máquina, a data e hora correspondentes.

Uma operação só poderá ser realizada caso tenha associada uma OF, caso contrário não poderá ser executada numa máquina. Uma OF engloba um roteiro que poderá ser composto por uma ou mais operações. No caso de englobar mais do que uma operação, a granularidade da informação que o sistema permite obter será mais restrita. Por exemplo, no caso de uma OF incluir apenas a operação A, o sistema permite saber quais os materiais necessários para a produção, e que desta irá resultar uma quantidade de produto ou produtos com uma determinada descrição. Se o roteiro de uma OF incluir as operações A e B, permitirá saber os materiais necessários para a produção da mesma, que existe uma determinada quantidade dessa OF entre essas operações, não retornando o código que descreve o produto ou produtos entre operações, e que no final da operação B resultará um ou mais produtos. Assim, quanto maior o número de operações agrupadas numa OF, menor o nível de granularidade de informação que é possível obter. Na OF estará ainda indicada a quantidade a produzir e a lista de materiais (*bill of materials*, BOM), ou seja, quais os materiais que deverão ser incluídos em cada operação, sendo que é de referir que o MES não é restritivo ao não impedir o consumo de outros materiais que não estejam referenciados na OF.

Um produto, ao percorrer o processo produtivo, poderá ter associado em cada operação, em MES, vários tipos de movimentações: consumo, produção e transferência. Contudo, às operações de compra, devolução e expedição apenas estão associadas movimentações de transferência. Há operações que envolvem a utilização de silos nas quais uma produção não despoleta automaticamente um movimento de consumo sendo que, enquanto um produto se encontrar num silo, este está “em consumo” e só quando der saída da operação a que está associado é que se dará efetivamente o consumo.

A cada operação corresponde uma receita na qual está especificada o consumo de matéria-prima e material subsidiário e a especificação dos parâmetros das máquinas que permitem o controlo das mesmas. No caso de produtos químicos, o consumo poderá ser dado por um contador automático e, no caso da ausência deste, pelo consumo teórico conforme o produto em questão ou por declaração manual. As produções poderão ser dadas por contador automático ou, na ausência deste, pela quantidade indicada na OF e pelo fator de produção.

Algumas operações são classificadas como operação barreira, isto é, uma operação cujo *output* só é disponibilizado para a operação seguinte no caso de este ser aprovado pelo controlo de qualidade. O MES não permite que um volume seja consumido numa operação no caso do seu estado estar registado como em controlo ou rejeitado.

Por vezes poderão ser necessários acertos, como por exemplo no caso da quantidade assumida pelo MES não corresponder à quantidade que realmente existe, permitindo uma correção. Contudo, é importante referir que os registos de momentos passados nunca serão eliminados, apenas haverá uma nova informação relativa a um certo produto, o que permite garantir a rastreabilidade da informação do processo produtivo.

Nem todos os colaboradores terão acesso à mesma informação e nem todos poderão realizar os mesmos registos e edições de informação em MES, o que se traduzirá na existência de níveis de autorização, definidos pela Direção Industrial.

Relativamente à análise de dados, o MES permite a obtenção de informações para o cálculo de indicadores, relatórios de produção e relatórios de processo. Nos indicadores, está incluído o cálculo de OEE, sendo que o MES pode obter a informação de produções e paragens de algumas das máquinas (dependendo do nível de automação da máquina), resultados da operação de escolha eletrónica, entre outros. O MES permite igualmente saber o estado das máquinas, ou seja, se estas estão em funcionamento, paradas ou avariadas e a rastreabilidade dos lotes ao longo do processo produtivo.

É de referir que o MES deverá ter a capacidade de adaptação a alterações em cada UI, tal como a adição ou remoção de máquinas, alterações a nível do *layout* e alterações na dinâmica das operações.

É um pressuposto do MES este apenas ser alimentado por informação que venha do ERP, não permitindo uma introdução manual de dados. Nesta informação estão incluídos todos os artigos, sendo que apenas está disponível para consumo em MES o que estiver no ERP; as OF, sendo que o MES não faz a gestão destas, permitindo apenas que sejam executadas ou não, e as prestações de serviços. Os processos de compra e venda estão também do lado do ERP, uma vez que num processo de compra, só quando o material der entrada efetiva no ERP, é que o MES tem acesso ao mesmo e que num processo de venda, só quando o MES der informação de que um produto está produzido e embalado, é que o ERP poderá tratar da expedição. O MES disponibilizará ainda para o ERP informação tal como os artigos em inventário no caso de o armazém em questão ser controlado por MES, WIP, os tempos de operação, as movimentações, entre outros. O MES não faz qualquer tipo de valorização dos artigos em armazém, estando esta função do lado do ERP.

A criação de OF deverá ser do domínio de ERP. No entanto, o AS400 não apresenta essa funcionalidade. Assim, ficou definido que o MES desenvolverá uma interface que permita a criação de OF a ser utilizada até o SAP (futuro ERP) estar implementado.

## 4.2 Equipa MES

A equipa envolvida na implementação do MES numa UI é composta por seis áreas: o *pivot* da UI em questão, a equipa central de implementação do MES, a equipa de *software*, a equipa de redes (comunicação), a equipa de engenharia industrial e a equipa responsável pelos equipamentos.

O *pivot* da UI tem como função coordenar todas as equipas para que se cumpra o cronograma, fornecer às mesmas toda a informação relevante do chão de fábrica, acompanhar a implementação do sistema no chão de fábrica e efetuar mudanças e adaptações no processo produtivo de modo a este acompanhar a implementação do MES.

A equipa central de implementação do sistema tem como função supervisionar todas as outras áreas para garantir que o projeto decorra sem atrasos e que cumpra os requisitos definidos. Esta equipa adota um ponto de vista mais estratégico ao fazer a ponte entre o nível operacional das equipas e a administração do Grupo.

A equipa de *software* é responsável pela concretização dos requisitos acordados com a UI, tanto a nível de interface, como a nível de integridade de dados. Esta equipa faz o levantamento do processo produtivo, em conjunto com o *pivot* da UI, identificando os requisitos a serem implementados, na lógica que sustenta o MES.

A equipa de redes é responsável por assegurar a ligação dos equipamentos à rede industrial e administrativa, trabalhando em conjunto com as equipas de engenharia industrial e dos equipamentos.

A equipa de engenharia industrial efetua o levantamento de necessidades no chão de fábrica relativamente a autómatos, PLC, cablagem, entre outros e assegura a sua instalação.

A equipa dos equipamentos assegura a encomenda e montagem de todos os equipamentos necessários à utilização do MES no chão de fábrica, tais como quiosques, impressoras, *tablets* e leitores de código de barras. Esta equipa está igualmente encarregue das licenças necessárias para os equipamentos poderem ser utilizados na UI.

### 4.3 Quadro de Acompanhamento do Projeto

De modo a seguir as várias fases do desenvolvimento do projeto foi identificada a necessidade de ser criado um quadro de acompanhamento para guiar as reuniões mensais e semanais. Nas reuniões mensais é discutido não só o progresso do projeto nas UI em que este está a decorrer, mas também tópicos transversais a todo o projeto. As reuniões semanais são orientadas para uma única UI e reúnem os elementos das várias equipas do projeto com a finalidade de assegurar que o cronograma está a ser cumprido ou a necessidade de analisar alguma questão em aberto.

Definiram-se as seguintes áreas do quadro: organigrama, missão da equipa, objetivos do projeto, cronograma global e detalhado, análise de orçamento, fluxogramas das UI em progresso, lista de atrasos e prevenções, lista de ações, lista de tarefas, normas de comunicação e *Key Performance Indicators* (KPI) do projeto global e de cada UI.

Foi definida como missão: “A Equipa do Projeto MES compromete-se a entregar um sistema estruturado, robusto e que garanta a uniformização entre unidades dentro do prazo estabelecido. Para além disso, é e será feito um esforço para garantir a abertura a futuras melhorias.”.

Os objetivos identificados para o projeto foram:

- Rastreabilidade dos diferentes componentes de produção para que possa ser garantida a sua qualidade;
- Integridade dos dados de produção em tempo real;
- Apoio na tomada de decisão;
- Uniformização dos processos de recolha de dados e de controlo de gestão entre unidades do grupo;
- Análise comparativa de KPI entre unidades do Grupo.

No cronograma global estão indicadas as macro tarefas de cada UI e em que fase se encontram.

O cronograma detalhado é apresentado por UI e tem enumeradas as tarefas a cumprir, definidas por cada equipa.

A análise de orçamento é realizada por UI, estando discriminados os gastos por área e a existência de algum desvio face ao esperado.

Nos fluxogramas de cada UI estão indicadas as principais atividades do processo de implementação, as suas dependências, quais as suas durações, o caminho crítico e em que fase da implementação a UI se encontra. Poderá ser dada a indicação da necessidade de ser tomada alguma medida em cada fase.

A lista de atrasos e prevenções tem como principal função o impedimento de situações que levem a atrasos e cujas causas já foram identificadas. Nesta lista é indicada a fase do processo em que o atraso poderá ocorrer e quais as medidas preventivas a serem tomadas para que este possa ser evitado.

A lista de ações indica as que foram identificadas nas reuniões, quem o seu responsável e ainda a data limite para as concretizar. Esta lista pretende substituir a realização de atas durante as reuniões e guiar, de reunião para reunião, o cumprimento das ações.

A lista de tarefas indica quais as tarefas comuns à implementação do MES nas várias UI. A lista foi criada através da experiência da equipa, adquirida durante a passagem pelas várias UI, na qual houve a identificação de tarefas obrigatórias no processo de implementação do MES, como por exemplo a listagem dos equipamentos necessários ou a definição da ordem de



implementação. Esta ferramenta permite também que seja controlado o estado das fases indicadas no fluxograma e, conseqüentemente, que sejam evitados atrasos. Todavia, cada UI tem características próprias inerentes ao seu próprio processo produtivo, havendo tarefas que serão distintas de UI para UI, o que resulta numa lista de ações para colmatar esta variabilidade. Por exemplo, o NDtech é uma operação que apenas pode ser encontrada na PTK, tendo sido necessária uma análise mais detalhada das implicações da sua integração com o MES.

Os KPI definidos para o projeto global foram: número de alterações ao cronograma, tempo total de atraso [semanas], número de atividades que falharam o prazo de início e desvios orçamentais.

Os KPI definidos para o projeto em cada UI foram: número de tarefas que falharam o prazo de início, tempo total de atraso [semanas] e número de alterações ao cronograma.

Devido ao facto de haver tarefas de equipas que são dependentes de tarefas de outras equipas, foram definidas normas de comunicação para garantir que o seu responsável comunique o estado das mesmas às equipas cuja concretização destas depende. Assim, nestas normas estão identificadas as tarefas com dependências, o responsável pelas mesmas e a quem deve ser comunicado o seu estado.

#### **4.4 MES na Portocork**

O MES a ser implementado na PTK não terá, numa primeira fase, todas as funcionalidades descritas no enquadramento teórico pelo facto de este estar a ser implementado em várias UI do Grupo e, como tal, não ser viável o desenvolvimento inicial de um sistema tão complexo e em grande escala.

Desta forma, o MES a ser implementado terá como principal objetivo a obtenção de informações relativas a consumos, produções e inventários em cada operação, artigos em armazém e ainda o controlo de alguns indicadores, tal como o OEE. Todas estas funcionalidades estarão disponíveis *online*, facilitando a obtenção de informação por parte da Direção Industrial, da gestão da produção e dos colaboradores, o que promoverá uma maior agilidade na tomada de decisão.

Estão excluídas desta implementação a ligação a sistemas de gestão da qualidade, gestão da manutenção e controlo do processo.

Tal como foi referido no subcapítulo anterior, o MES não lida com o processo de compra, estando este assegurado pelo ERP. Por decisão da Direção Industrial, o processo produtivo de produto semiacabado será alterado. Este processo iniciava-se, como descrito no capítulo anterior, com a receção de lotes de rolhas, a compra dos mesmos, caso estes fossem aprovados, e de seguida a operação das SVE. Contudo, este processo passará a iniciar-se pela receção dos lotes, sendo esta fase modificada. Porém, será mantida uma análise ao nível de TCA, a comparação com a amostra de negócio e o controlo visual da amostra. Os lotes seguirão posteriormente para a operação das SVE e será acrescentada uma primeira linha de escolha eletrónica. Só após os lotes passarem por estas duas operações (SVE e escolha eletrónica) é que será efetuada a compra, caso o lote cumpra os requisitos estabelecidos. Tal mudança permitirá um maior controlo sobre a qualidade dos lotes comprados. Esta possibilita saber se a classe atribuída ao lote corresponde à indicada pelo fornecedor, a qualidade de vedação das rolhas a comprar e ainda a garantia de que todas as rolhas serão contadas, uma vez que no processo *AS-IS* apenas é contado 30% do lote, pelo facto de estarem a passar em máquinas que têm contadores automáticos. Não só a compra de rolhas será mais eficaz, como permitirá também definir com mais precisão a quantidade de produtos químicos necessários na lavagem visto a quantidade a utilizar depender da classe a ser processada. O fluxograma da fase de compra do produto semiacabado é explicitado na Figura 28.

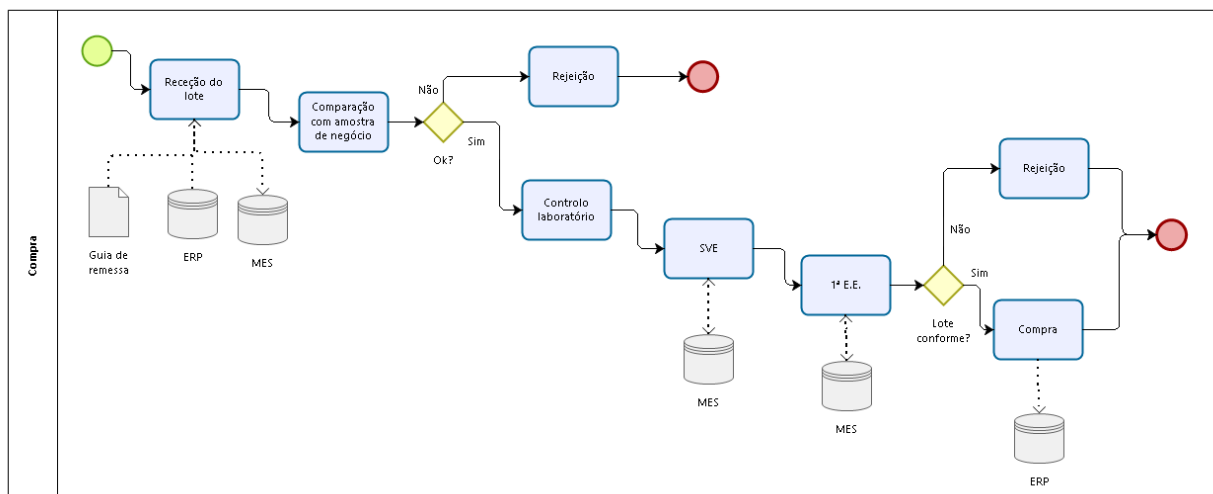


Figura 28- Fluxograma da compra PSA TO-BE

O restante processo produtivo de produto semiacabado, apresentado na Figura 29, manter-se-á até à escolha. A escolha de tapete será eliminada e apenas serão mantidas as máquinas de escolha eletrónica. Estas serão modificadas ao passarem a ser abastecidas por um tapete comum e numa saída de cada máquina será acoplada uma máquina de contar que permitirá a embalagem logo a seguir à escolha.

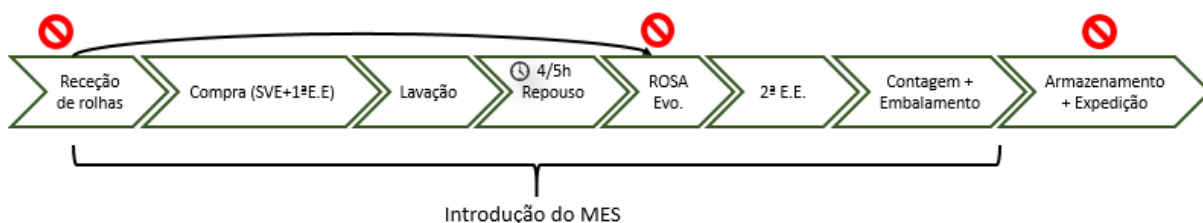


Figura 29- Processo PSA TO-BE

Estas alterações ao processo produtivo têm impacto no desenvolvimento do MES na PTK pelo facto de este só ter acesso aos artigos cuja compra já foi efetuada sendo que, tendo em conta a atual lógica inerente ao AS400, os artigos só estariam disponíveis em MES após passarem na 1ª escolha eletrónica e SVE e de ter sido efetuada a compra. Contudo, a Direção Industrial pretende que estas operações estejam incluídas no MES e, como tal, para estudar a disponibilidade dos lotes para consumo, foi feito o levantamento do fluxo de informação descrito no capítulo anterior. A solução para a inclusão destas operações será descrita no subcapítulo 4.6.

## 4.5 Equipamentos e Ligação à Rede

Foi definido que nem todos os equipamentos do chão de fábrica estariam ligados à rede, ou seja, não será feita uma recolha direta de dados em todos os equipamentos pelo facto de a automação dos mesmos não ser suficientemente avançada para o permitir. Assim, existe a distinção entre a ligação à rede e a ligação ao MES.

Ao comunicar com o MES, o autómato enviará informação relativa a contagens de produções, contagens de consumos, estado da máquina e motivos de paragem. Em sentido contrário, o MES enviará para o autómato sinais de autorização ou não do arranque de uma máquina, sinal de alarme e sinal de contagem.

Os equipamentos estarão ligados ao MES através da colocação de autómatos nas máquinas para indicar a autorização ou não do seu arranque. Contudo, o MES não possibilita o arranque ou o desligar de uma máquina por motivos de segurança. Para iniciar uma OF é necessário que a máquina em que esta irá decorrer esteja desligada. Caso a máquina esteja desligada, é arrancada em MES a OF, podendo o sistema permitir ou não que tal aconteça. Se o permitir, é enviado para a máquina um sinal que autoriza o seu arranque. Para parar uma OF, deve-se parar em primeiro lugar a máquina e só de seguida parar a OF no sistema, garantindo que contagens de produção de uma OF sejam sempre tidas em consideração.

Os equipamentos que estarão ligados à rede serão as SVE, as máquinas de marcação a tinta, fogo e laser e as máquinas de escolha eletrónica, havendo recolha de dados das mesmas, o que possibilita o cálculo direto de indicadores, tais como OEE, e nas escolhas eletrónicas a percentagem que está a sair de cada classe.

No entanto, existem máquinas no chão de fábrica que não serão ligadas ao MES, como é o caso da máquina de contar da zona da receção, as máquinas do setor do NDtech e a máquina de embalar o produto acabado. Nestes setores, a recolha de informação efetuada será através do registo manual de produções a ser introduzido no MES. Os restantes equipamentos estarão ligados ao MES e terão um autómato que apenas controla o arranque ou o desligar dos mesmos.

Na Figura 30 está apresentada a localização dos equipamentos numa primeira fase, que corresponde ao momento anterior à alteração de *layout* já referida, mas no qual as operações SVE e 1ª escolha eletrónica já se encontram na localização final (alteração já realizada durante o projeto de dissertação) e a Figura 31 corresponde ao *layout* final. Nestas figuras, o “Q” refere-se a quiosque, “PC” a computador fixo e “T” a *tablet*, sendo que, devido ao facto de o empilhador efetuar deslocações por toda a UI, definiu-se que seria mais prático este ter acoplado um *tablet*.

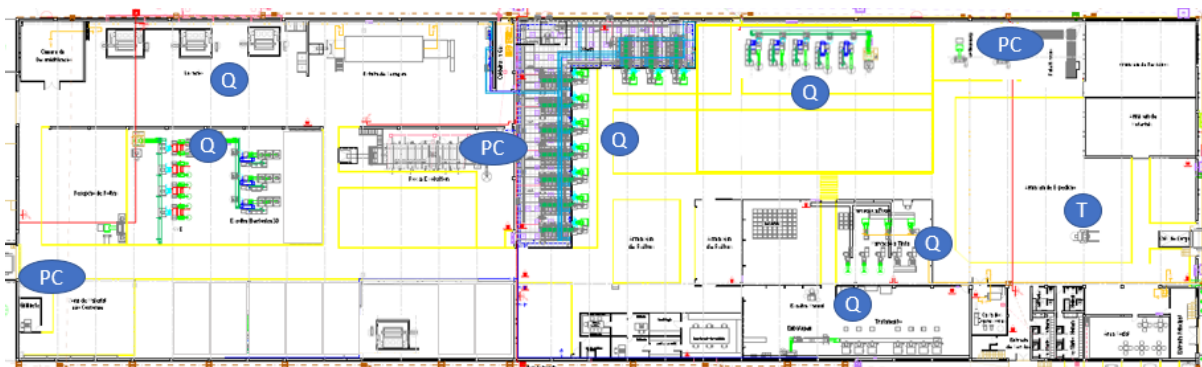


Figura 30- Localização dos equipamentos (1ª fase)

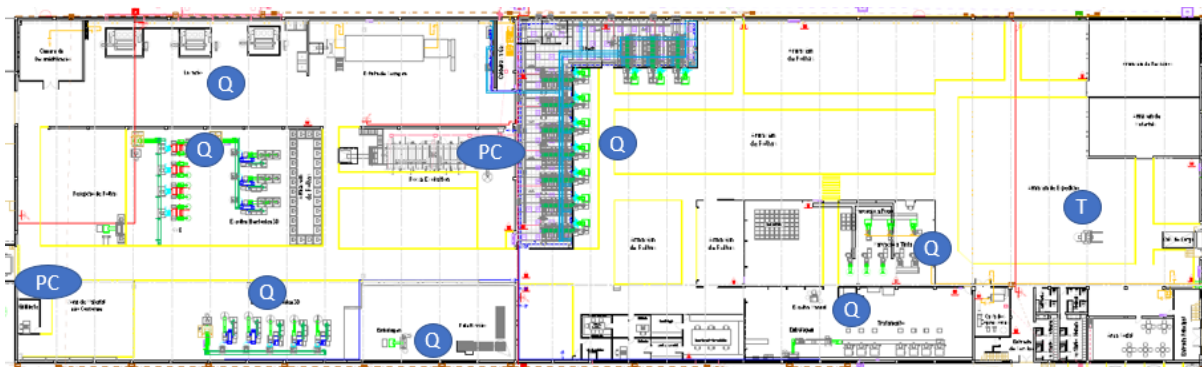


Figura 31- Localização dos equipamentos (fase final)

#### 4.6 Normalização de Processos e Alteração do ERP

Os processos atuais não estão preparados para uma integração com o MES. Deste modo, o ERP atual da empresa não tem disponíveis todos os campos pretendidos pelo sistema, tendo sido necessário um diálogo, transversal a todas as UI, com as equipas envolvidas na manutenção da informação dos processos que influenciam a informação de que o MES necessita.

Tal como foi referido no capítulo 3, o atual ERP será alterado e, como é um requisito do MES este ser alimentado por informação que venha do ERP, foram encontrados alguns constrangimentos, tendo sido necessário que se definissem alguns pressupostos para que o MES seja capaz de obter toda a informação de que necessita. Adicionalmente, serão incluídas operações a realizar antes da compra de um lote.

Numa primeira fase, reuniram-se as seguintes equipas: equipa central de implementação do MES, a *pivot* da UI, a equipa de controlo de gestão e um membro da equipa do ERP de modo a identificar uma solução dos campos de informação necessários que pudesse assistir à obtenção da informação. Ficou decidido que seria realizado, em cada UI, o levantamento de todas as entradas de informação relativa a artigos que estariam presentes no MES com o objetivo de identificar os campos e procedimentos comuns, permitindo a uniformização do processo no atual ERP da empresa. As mudanças a serem efetuadas devem alterar o menos possível a estrutura do atual ERP. No entanto, devem também ser consideradas as alterações a serem efetuadas no futuro, do lado do MES, devido às entradas dadas pelo novo ERP. Assiste-se, portanto, a um equilíbrio difícil de atingir, que requererá cedências por parte das várias equipas.

Tal como já foi referido, no futuro ERP todas as UI terão os procedimentos uniformizados estando a ser realizado pelas equipas responsáveis pelo desenvolvimento do mesmo um estudo das necessidades de cada UI.

Na PTK foram identificadas quatro tipo de entradas de artigos: compra de rolhas a fornecedores externos e internos e compra de produtos químicos a fornecedores externos e internos. Porém, só a compra de rolhas a fornecedores externos é que irá influenciar a obtenção de informação por parte do MES. A informação relativa à compra de rolhas a fornecedores internos estará imediatamente disponível no ERP da empresa, não existindo operações a serem realizadas antes da compra, tal como na compra de produtos químicos, quer a fornecedores externos, quer a fornecedores internos.

Na Tabela 2 estão discriminados os campos necessários para alimentarem o AS400 e o MES na PTK.

Tabela 2- Campos de informação necessários para o AS400 e MES

Campos	AS400	MES
	Armazém destino (K3)	Armazém destino
	Código do fornecedor	Nome do fornecedor
	Nome do fornecedor	Código do artigo
	Código do artigo	Descrição do artigo
	Descrição do artigo	Quantidade
	Quantidade	Unidades
	Unidades	Nº do lote
	Condições de pagamento	Nº volumes
	Preço	Tipo volume
	Data de entrega	
	Nº nota de encomenda	
	Nº guia de remessa	

Para além dos campos necessários para alimentar o MES, é também obrigatório que estes artigos estejam disponíveis no mesmo para as operações das SVE e 1ª escolha eletrónica visto

a compra ainda não ter sido efetuada. Foi identificada uma possível solução: a existência de um ficheiro Excel que alimentasse os campos exigidos pelo AS400 e pelo MES. Este ficheiro permitiria a introdução da informação de que o AS400 e o MES necessitam e, consequentemente, em vez desta ser introduzida diretamente no AS400, seria introduzida num ficheiro Excel que exportaria os dados para os dois sistemas. Esta solução colmata o requisito do MES de não aceitar entradas manuais de informação e não requer que o AS400 sofra alterações estruturais significativas, para além de também simplificar os atuais processos do AS400 de introdução de informação no mesmo. Caso o lote a ser processado nas SVE e 1ª escolha tenha que ser total ou parcialmente devolvido, o MES terá a funcionalidade de devolução. No entanto, enquanto o ERP for o AS400, terá de ser dado um acerto manual que indique a devolução. No futuro, esta informação será diretamente transmitida para SAP.

Foi ainda detetada a necessidade da normalização do número de lote. Este número precisa de identificar inequivocamente um determinado lote. Atualmente, um lote pode ter mais do que uma classe, mas corresponde apenas a um calibre. Pode acontecer o caso de os volumes de um lote serem entregues em dias distintos e terem o mesmo número de lote. Assim, o conceito associado ao número de lote deverá sofrer algumas alterações:

- Ser um número sequencial, conforme a chegada dos artigos à PTK, num determinado ano;
- No caso de o lote ser constituído por mais do que uma classe, este deverá ter uma numeração diferenciada.

Por exemplo, um lote com a numeração “27.1 / 2017” corresponderá a uma entrada de um artigo no armazém num determinado dia. Este corresponde à entrada número 27 do ano de 2017, com uma classe que corresponde ao “.1”.

#### 4.7 Interface e Etiqueta MES

Um aspeto importante no MES é a interface apresentada, que deve ser intuitiva para os utilizadores e, simultaneamente, cobrir as necessidades referentes a cada operação no chão de fábrica.

Assim, foi feita uma proposta à equipa de *software* de uma possível interface, tendo sido esta complementada pelos requisitos funcionais em que o MES se baseia. A interface foi pensada com base nos principais fluxos produtivos e na localização das operações no chão de fábrica. Podem ser encontrados os *mockups* desenvolvidos para a interface do MES na Figura 32, na Figura 33 e na Figura 34. Entre os requisitos inerentes ao sistema MES e as necessidades do processo produtivo, chegou-se ao seguinte consenso relativamente aos menus da interface:

- Receção
  - Rolha natural
  - Rolha técnica
  - Produtos químicos
- Compra
  - SVE
  - 1ª Escolha eletrónica
- Produto semiacabado
  - Lavação
  - Revestimento

- Rosa *Evolution*®
  - Estufa
- Produto acabado
  - 2ª Escolha eletrónica
  - Embalagem
- NDtech
- Produto personalizado
  - Marcação
  - Tratamento
  - Embalagem
- Prestação de serviços
  - Lavação
  - Super Rosa
  - Acabamentos Mecânicos
  - Colmatagem
- Supervisão
  - Gestão de OF
  - Parametrização das máquinas
  - Programas das máquinas

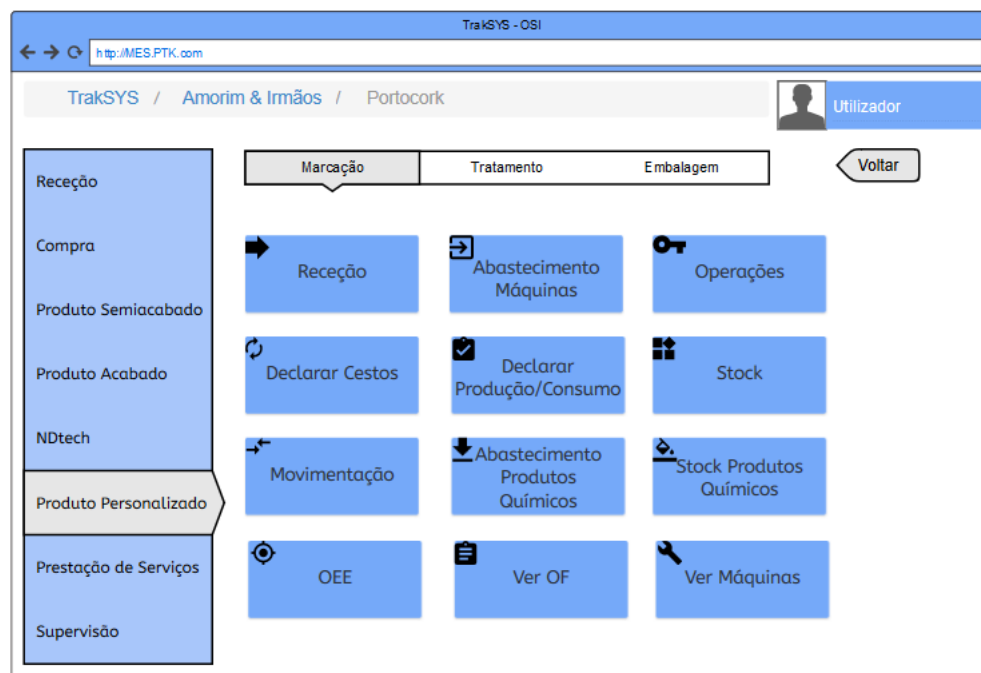


Figura 32- Mockup 1 da interface MES

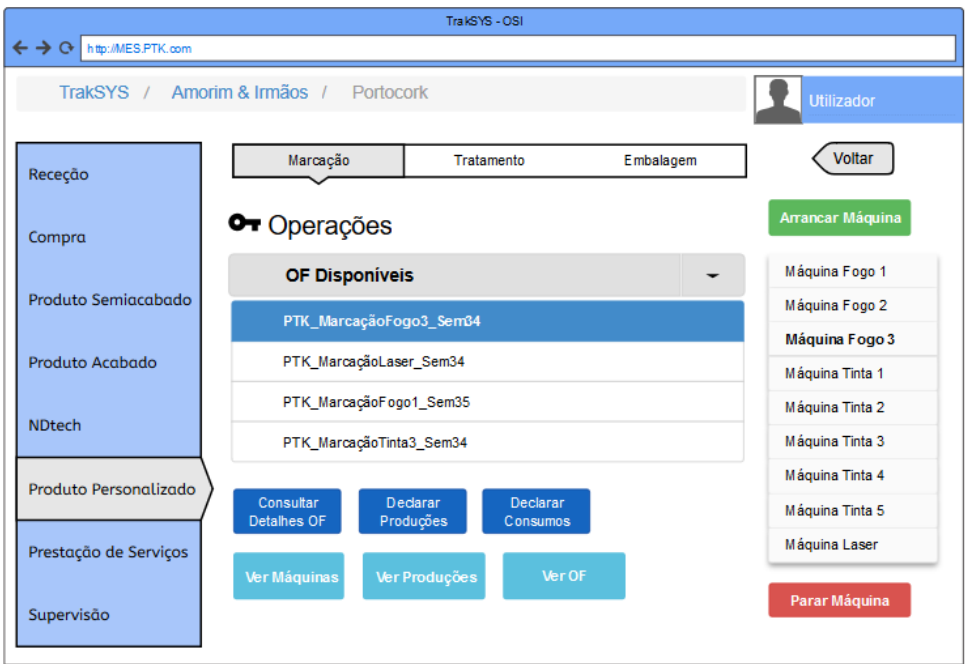


Figura 33- Mockup 2 da interface MES

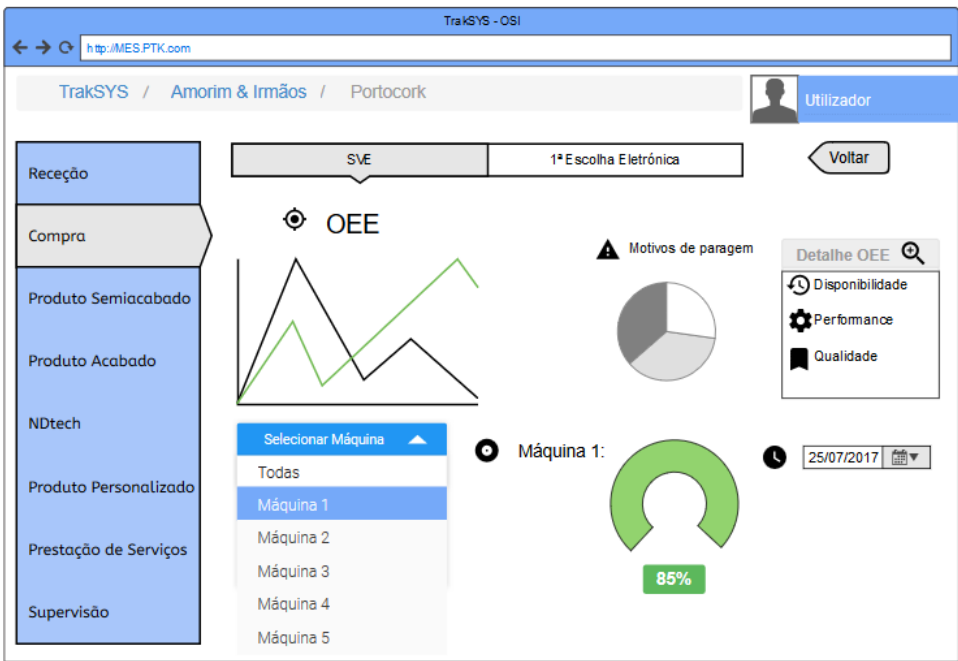


Figura 34- Mockup 3 da interface MES

Os restantes *mockups* podem ser visualizados no Anexo E.

Foram indicadas ainda as informações relevantes a aparecer nas etiquetas MES em cada fase do processo produtivo visto a informação que acompanha um artigo ao longo do mesmo se modificar. Esta informação está compilada na Tabela 3.

Tabela 3- Campos da etiqueta por operação

Setor	Nº lote e artigo	Nome fornecedor	Nº volumes	Tipo de volume	Data	Quantidade	Lavação	Estado (inspeção)	Marcação	Tratamento	Grupo	Máquina
Receção	X	X	X	X	X	X	X	X				
SVE	X	X	X	X	X	X		X				X
1ª EE	X	X	X	X	X	X		X				X
Lavação/ Clean C	X	X	X	X	X	X	X	X				X
Estufa	X			X	X	X	X					
Rosa	X			X	X	X	X					
NDtech	X			X	X	X		X			X	X
2ª EE	X			X	X	X	X					X
Embalagem PSA	X			X	X	X	X	X				
Marcação	X			X	X	X	X		X			X
Tratamento	X			X	X	X	X		X	X		X
Embalagem PA	X			X	X	X	X	X	X	X		

## 4.8 Gestão Visual

Como referenciado no capítulo 3, as identificações que acompanham o processo produtivo de produto semiacabado a partir da lavação são papéis escritos manualmente e colocados nos carros ou em sacos. Assim, foi identificada a necessidade de criar uma etiqueta *standard* para acompanhar o processo produtivo.

De modo a auxiliar a colocação das etiquetas MES nos volumes, foram criadas etiquetas com um espaço destinado à etiqueta MES e ainda com campos a serem preenchidos com as informações dos artigos. Apesar de um dos objetivos do MES ser eliminar os registos em papel, as etiquetas visuais continuam a ser importantes facilitando a identificação dos volumes pelos operadores, e devido ao facto de nesta UI existir uma grande diversidade de artigos. Assim, foram criados três *templates* de etiquetas: produto semiacabado (até à lavação), produto semiacabado (após a lavação) e NDtech, os quais estão apresentados na Figura 35. Estas etiquetas foram solicitadas com plastificação para que possam ser reutilizadas por serem escritas com canetas de tinta solúvel e foram ainda pedidas em formato A4, para serem colocadas nos carros, e em formato A5, para serem colocadas nos sacos.

Figura 35- Mockups das etiquetas visuais



De modo a poder colocar as etiquetas nos carros, foi estudada a melhor forma para tal. Assim, foi pedido um suporte em alumínio patente na Figura 36.



Figura 36- Suporte da etiqueta visual A4

O NDtech é uma operação que não estará ligada diretamente ao MES. Como tal, os registos de produção serão dados manualmente no sistema. Deste modo, foi identificada a necessidade de analisar a quantidade de rolhas de cada calibre que cada cesto e carro suporta pelo facto de não existir um contador automático que permita saber no momento este valor.

Primeiramente foram identificados os calibres que são processados nas máquinas NDtech, de seguida qual o nível máximo que deve ser atingido em cada carro e cesto e, por último, foi feita a medição da quantidade que estes comportam, estando esta indicada na Tabela 4.

Tabela 4- Normalização quantidades por unidade de movimentação

		Volume					
		Saco (receção)	Saco (E.E)	Carro	Cesto Marcação	Cesto NDtech	Rede
Calibres standard	45x24	10 000	12 000	25 000	2 500	2 500	7 500
	45x25	9 000	11 000	23 500	2 000	2 300	7 500
	49x24	8000/9000	10 500	22 000	2 000	2 000	7 500
	49x25	8 500	10 000	21 000	2 000	1 900	7 500
	49x26	8 000	9 500	20 000	2 000	1 700	7 500
	54x24	8 000	9 500	19 000	2 000	1 800	7 500
	54x25	7 500	9 000	18 000	2 000	1 700	7 500
	54x26	7 300	8 700	16 500	2 000	1 600	7 500

Esta tabela auxiliará os colaboradores do NDtech a darem os registos de produção manual e minimizará os erros de contabilização de produção. Foi ainda marcado nos cestos o nível de enchimento ao qual correspondem as quantidades indicadas na tabela.

#### 4.9 Dimensionamento do Novo Armazém

Tal como anteriormente descrito, o *layout* do chão de fábrica não se adequa às necessidades atuais da PTK. Assim, a Direção Industrial tomou a decisão de alterar o *layout* com o objetivo de as operações ficarem mais próximas entre si, o que se traduzirá numa redução significativa de movimentações, já apresentado na Figura 27 do capítulo anterior.

De acordo com o estudo efetuado, a área destinada ao novo armazém deverá estar dividida em três zonas principais: armazém, expedição e NDtech.

O armazém deverá contemplar *boxes* para acomodar paletes dos seguintes tipos de artigos: o *stock* de segurança para abastecer a marcação e as encomendas em inspeção de produto semiacabado.

O número de *boxes* a acomodar o *stock* de segurança da marcação foi um número estipulado pela gestão da produção, sendo que este será de 60. Quanto ao número de paletes em inspeção, foi feito um estudo tendo por base os dados da quantidade expedida por dia de cada artigo, entre os dias 18/04/2016 e 31/03/2017. Não se teve em consideração os dados do ano de 2016 por inteiro devido à alteração, referida no capítulo anterior, da política com as *Sales Companies*, facto que alterou a dinâmica das expedições. Além disso, teve-se por base a quantidade expedida e não a quantidade encomendada pois nem toda a quantidade encomendada é satisfeita. Assim, para cada *Sales Company*, associou-se o período temporal que as paletes ficam em inspeção, obtendo-se a data em que estas entraram em armazém:

- Amorim Cork África do Sul: 14 dias úteis;
- Portocork América: 15 dias úteis;
- Amorim Cork América (ACAM) e Argentina (Corchos): 15 dias úteis;
- Outros, tal como Portocork França, Amorim França, Amorim Cork Itália, clientes nacionais e clientes internos do Grupo: 7 dias úteis.

Após ter sido identificado o período em que cada encomenda fica em inspeção, obteve-se o número de paletes em inspeção em simultâneo por dia, discriminado na Figura 37. Foram retirados alguns *outliers*, valores que, após discussão com a Direção Industrial, não deverão impactar o cálculo do valor em questão. Assim, o valor médio de paletes em inspeção é de 100, com um desvio padrão de 42, tendo-se chegado a um valor de 150 *boxes* necessárias, o que se traduz num valor total de 210 *boxes*.

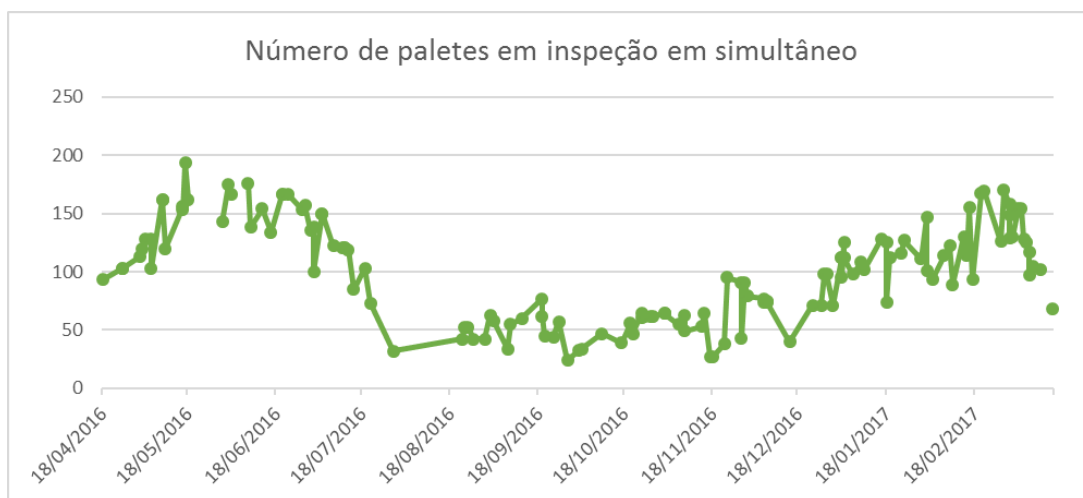


Figura 37- Número de paletes em inspeção em simultâneo

Para poder identificar qual o artigo que se encontra em cada *box*, desenhou-se um quadro magnético que contém o mapa das *boxes*. A identificação do artigo será colocada através de uma placa, com um íman, com a descrição do mesmo e a quantidade será escrita manualmente visto a quantidade do artigo nas *boxes* variar com frequência.

A zona de expedição acomodará as paletes a expedir e deverá ser indicada apenas por uma delimitação exterior, o que garantirá uma maior flexibilidade na colocação das paletes.

Para calcular o espaço necessário para colocar as expedições diárias, foi elaborado um estudo, com os dados do mesmo período temporal anteriormente referido, excluindo as expedições de apara e NDtech. As expedições de NDtech foram excluídas por este produto existir apenas há um ano e, posto isto, os valores de vendas anteriormente atingidos não serem uma base útil para o cálculo do número de paletes a expedir futuramente. Como tal, foi acordado com a Direção Industrial que 30 paletes é o número previsto do número de paletes NDtech a expedir por dia, tendo em conta a meta de vendas prevista. Relativamente ao número de paletes de

produto acabado e semiacabado, obteve-se um número médio de 18 paletes expedidas diariamente, com um desvio padrão de 12, sendo que o espaço necessário para esta zona deverá acomodar 35 paletes, perfazendo um total de 65 paletes. Na Figura 38 pode ser observado o número médio de paletes expedidas por dia.

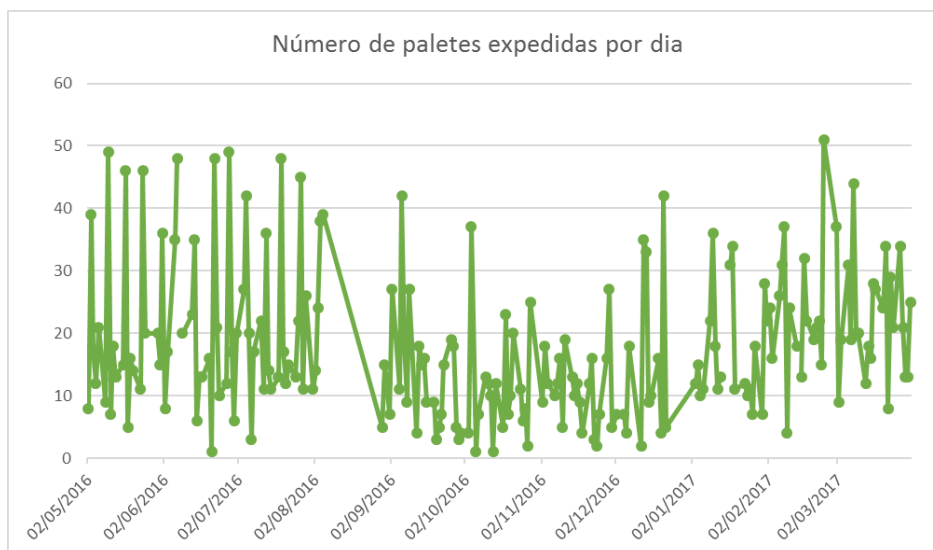


Figura 38- Número de paletes expedidas por dia

Na Figura 39 encontra-se a sugestão do *layout* do armazém e da zona de expedição.

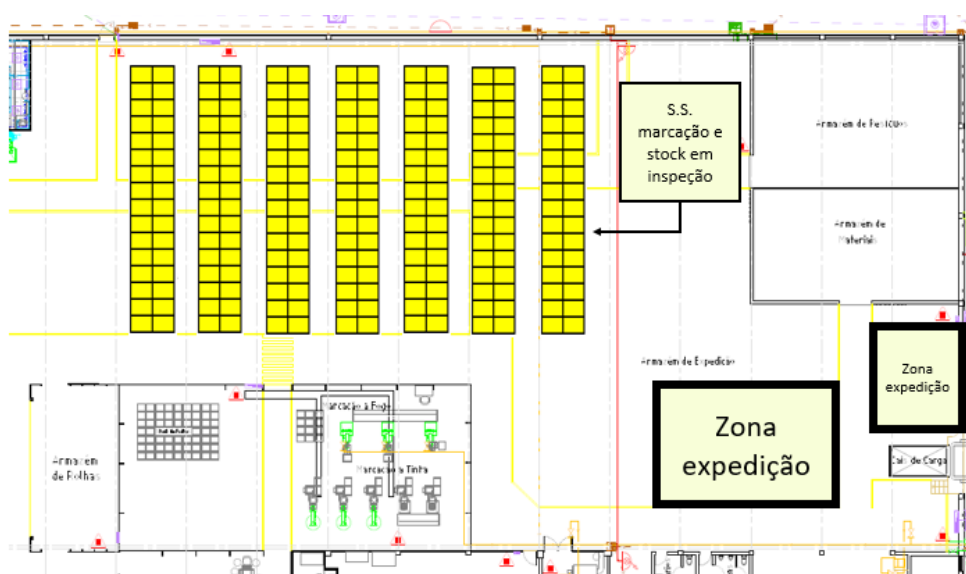


Figura 39- Mapa do layout do armazém (1)

Através dos números supra referidos, seriam necessárias 210 *boxes*, sendo que a proposta indicada na Figura 39 permite a concretização de 224 *boxes*. Nesta Figura está ainda indicada a zona de expedição que permite a colocação de 78 paletes, face à necessidade de 65 paletes.

A zona do NDtech incluirá a zona de cestos em inspeção, com corredores para passarem carros, um *buffer* de abastecimento e uma zona com paletes que abastecerão a produção diária.

Relativamente à zona de cestos em inspeção, foi acordado com a Direção Industrial que esta deveria ter espaço para sete dias de produção em inspeção (tendo em conta que o número normal de dias em inspeção são três). Assim, de modo a poder colocar facilmente a produção dos cestos em carros, foram colocados corredores entre as filas de cestos em inspeção.

Na Figura 40 está apresentada a sugestão relativa ao *layout* da zona alocada ao NDtech.

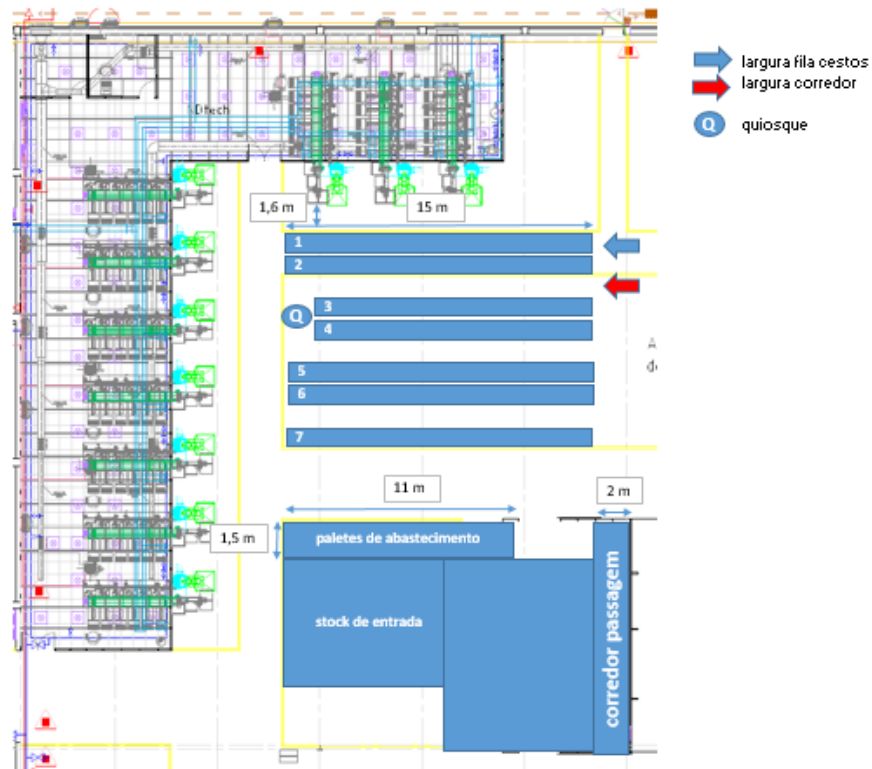


Figura 40- Mapa do *layout* do armazém (2)

É de referir que no dimensionamento do *layout* foram tidas em conta restrições de higiene e segurança, tal como as paletes não poderem estar a menos de 50 cm da parede, nem obstruírem o acesso a extintores, bocas de incêndio e saídas de emergência.

## 5 Conclusões e Trabalho Futuro

O presente projeto consistiu no desenvolvimento de atividades de suporte à implementação de um MES na PTK. No fim do projeto nesta UI, foi cumprido o cronograma definido pela Direção Industrial relativo às atividades de implementação do sistema, tendo ainda sido cumpridas as atividades complementares definidas.

Até ao final do projeto, ao nível da implementação do MES no chão de fábrica, foram instalados os equipamentos definidos, bem como toda a infraestrutura de rede e automação necessários para a utilização do sistema na PTK. Ao nível funcional do sistema, foi explicitado junto da equipa de *software* o processo produtivo, quais os equipamentos a serem integrados, a interface a ser construída e os requisitos de informação a serem apresentados.

Devido a restrições externas ao projeto tema de dissertação, não foi possível acompanhar a implementação funcional do sistema no chão de fábrica, sendo que até à data de conclusão do presente relatório foram iniciados os testes de validação das componentes de automação para que os OEE sejam configurados e disponibilizados nos quiosques.

As etiquetas desenhadas para acompanhar os artigos durante o processo produtivo já se encontram a ser utilizadas, tal como a tabela disponibilizada com a normalização de quantidades por calibre, permitindo uma melhor gestão visual dos artigos no chão de fábrica.

Nesta UI, a implementação de um MES traduzir-se-á na eliminação do reprocessamento de informação, o que melhorará substancialmente o aproveitamento do tempo disponível para outras tarefas, permitindo que a informação relativa a consumos, produções e análise de rastreabilidade esteja disponível num horizonte temporal útil à gestão da produção e *online*, ou seja, não serão necessárias deslocações ao chão de fábrica tão frequentes. Adicionalmente, permitirá concentrar dados que se encontravam dispersos por vários sistemas de informação e permitirá dotar os colaboradores de uma maior autonomia por terem acesso a um leque mais amplo de dados, tais como informação relativa a artigos que se encontrem noutros setores, valores de KPI com gestão visual e ações a serem realizadas a pedido da gestão da produção.

Segundo datas definidas, a finalização da alteração do *layout* será em agosto, permitindo eliminar movimentações de paletes para espaços exteriores à PTK. Pelo facto de todo o *stock* em inspeção e *stock* de segurança da marcação ter uma *box* alocada, será mais simples a identificação da localização através do quadro que foi desenvolvido no âmbito do projeto, fornecendo um meio visual de identificação da *box* que contém o artigo e a correspondente quantidade, eliminando tempo que os colaboradores passavam à procura da localização do artigo.

O passo seguinte na implementação do MES no terreno implicará uma alteração da perspetiva dos colaboradores na abordagem do processo produtivo, mudança esta que requererá uma formação e adaptação dos mesmos a este novo sistema.

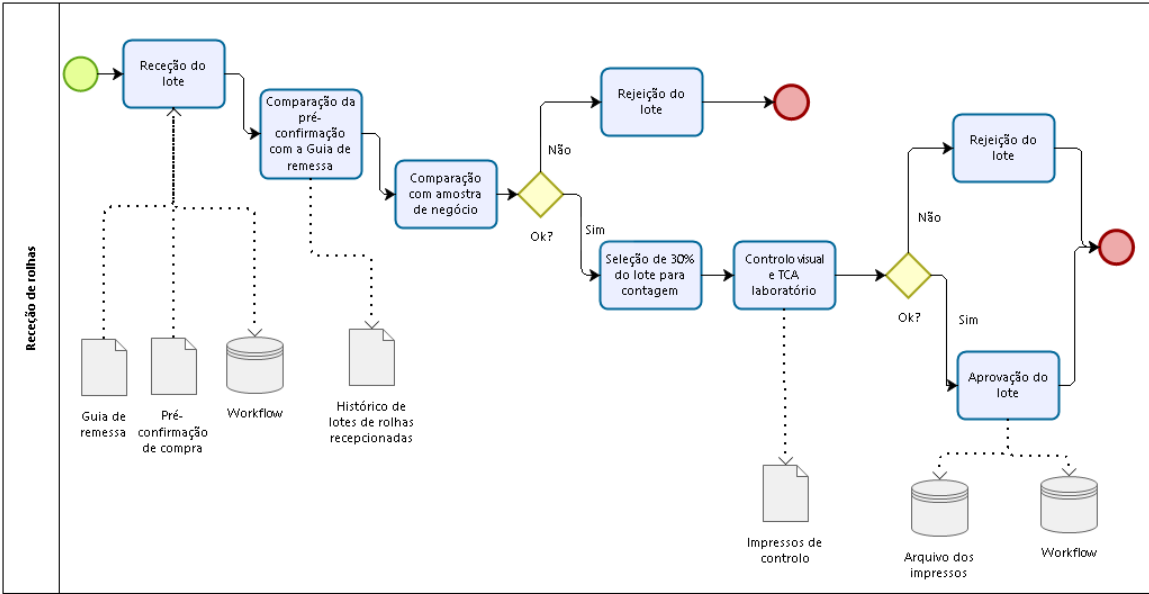
Com a transição para o novo ERP, os processos de compra sofrerão uma alteração final tendo um impacto menos significativo no MES devido às alterações sugeridas para o atual ERP da empresa.

A longo prazo, após a implementação do MES nas restantes UI do Grupo, estarão abertas as portas para o MES 2.0, o qual incluirá o controlo do processo, o controlo da qualidade e a gestão da manutenção.

## Referências

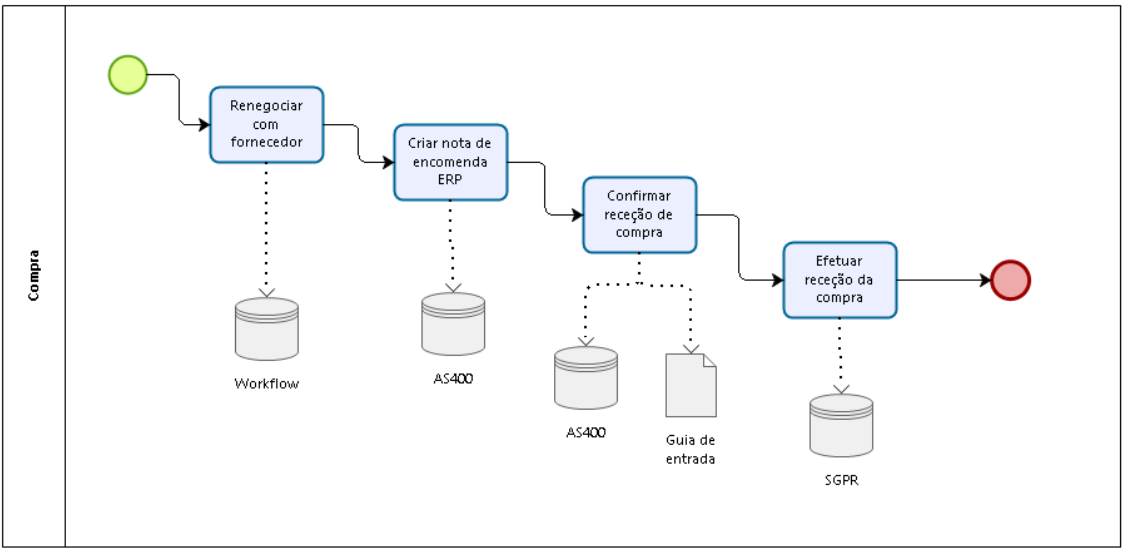
- Aguilar-Saven, R. S. (2004). "Business process modelling: Review and framework." International Journal of production economics **90**(2): 129-149.
- Amorim, C. (2017). "Corticeira Amorim", último acesso em maio 2017, <http://www.amorim.com/>.
- Cottyn, J., et al. (2011). "A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives." International Journal of Production Research **49**(14): 4397-4413.
- de Pinho, A. F., et al. (2007). "Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo."
- Fraser, J. (2006). "Metrics that matter: Uncovering kpis that justify operational improvements." MESA International, October.
- Greif, M. (1991). "The visual factory: building participation through shared information", CRC Press.
- Hammer, M. (1990). "Reengineering work: don't automate, obliterate." Harvard business review **68**(4): 104-112.
- Harrington, H., et al. (1997). "Business process improvement workbook: documentation, analysis, design, and management of business improvement", New York [etc.]: McGraw-Hill. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/clc/952071>.
- Hunt, V. D. (1996). "Process mapping: how to reengineer your business processes", John Wiley & Sons.
- Hwang, Y.-D. (2006). "The practices of integrating manufacturing execution systems and Six Sigma methodology." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **31**(1): 145-154.
- Kletti, J. (2007). "Manufacturing Execution System - MES", Springer Berlin Heidelberg.
- Liff, S. and P. A. Posey (2004). "Seeing is believing: how the new art of visual management can boost performance throughout your organization", AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Maxmes, W. P. (2009). "Evolução do conceito de MES."
- MESA, I. (1997). "Mes explained: A high level vision." MESA International White Paper **6** **1**: 25.
- Meyer, H., et al. (2009). "Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment", McGraw-Hill Education.
- Pinto, J. P. (2008). "Lean thinking." Comunidade Lean Thinking: 1-8.
- Saenz de Ugarte, B., et al. (2009). "Manufacturing execution system—a literature review." Production planning and control **20**(6): 525-539.
- White, S. A. (2004). "Introduction to BPMN." IBM Cooperation **2**(0): 0.

ANEXO A: Fluxogramas do Processo Produtivo do Produto Semi-acabado AS-IS



Powered by  
bizagi  
Modeler

Figura 41- Fluxograma da receção PSA



Powered by  
bizagi  
Modeler

Figura 42- Fluxograma da compra PSA



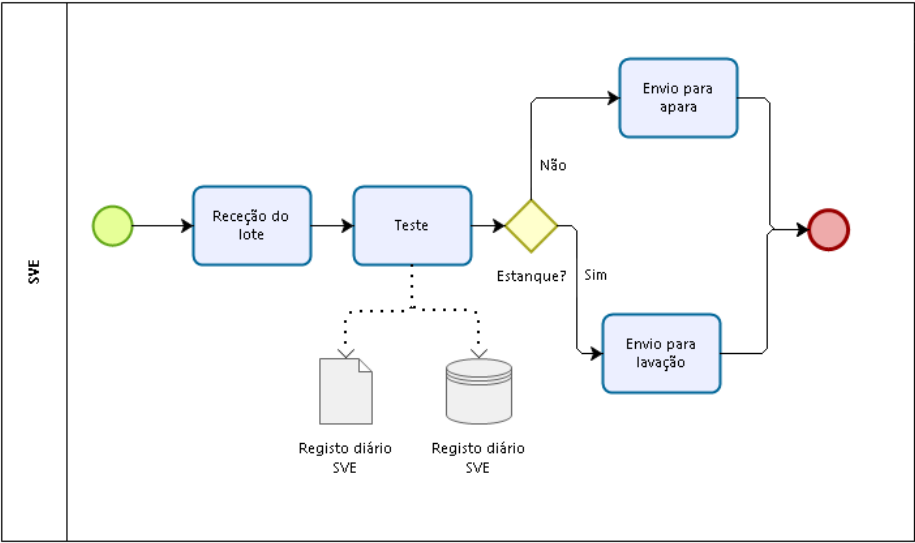


Figura 43- Fluxograma das SVE PSA

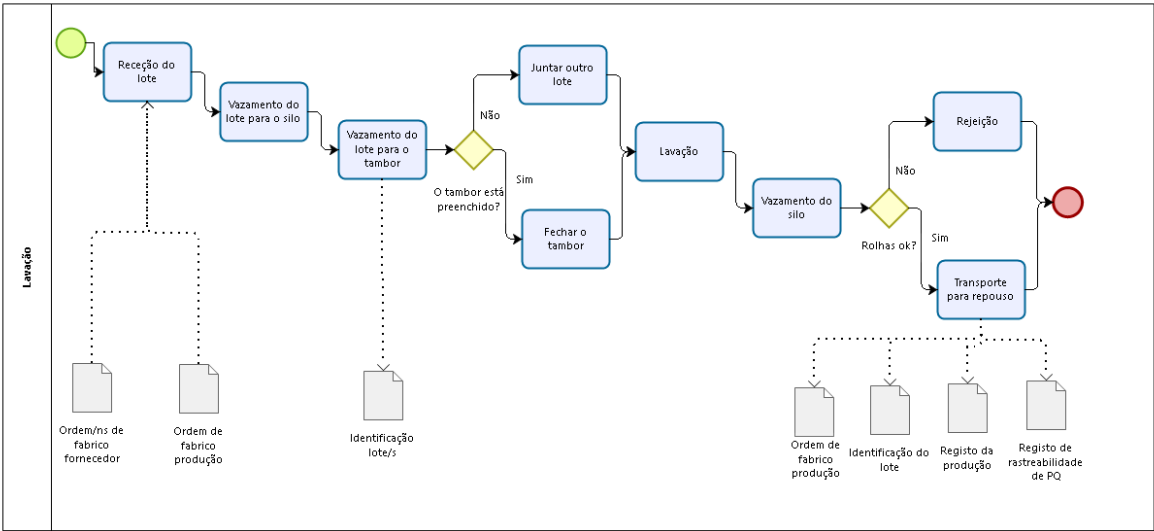
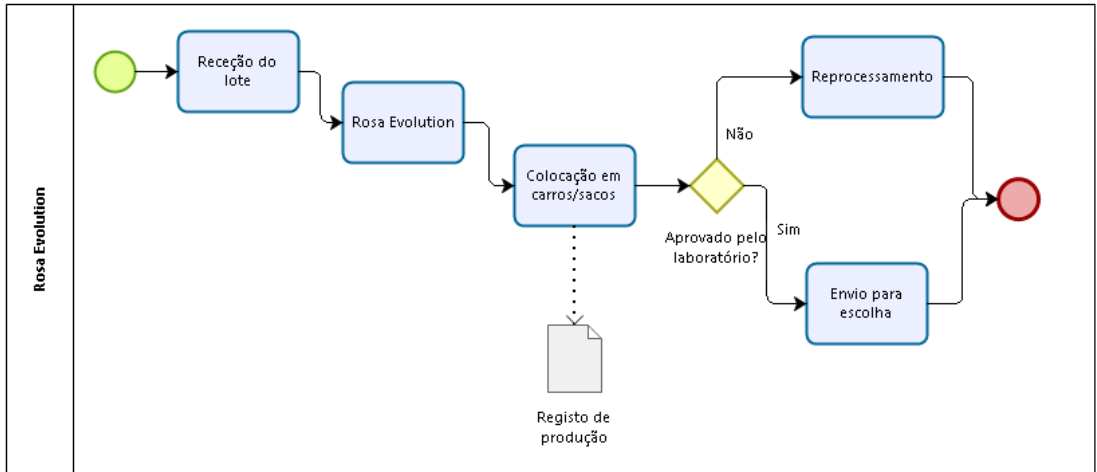
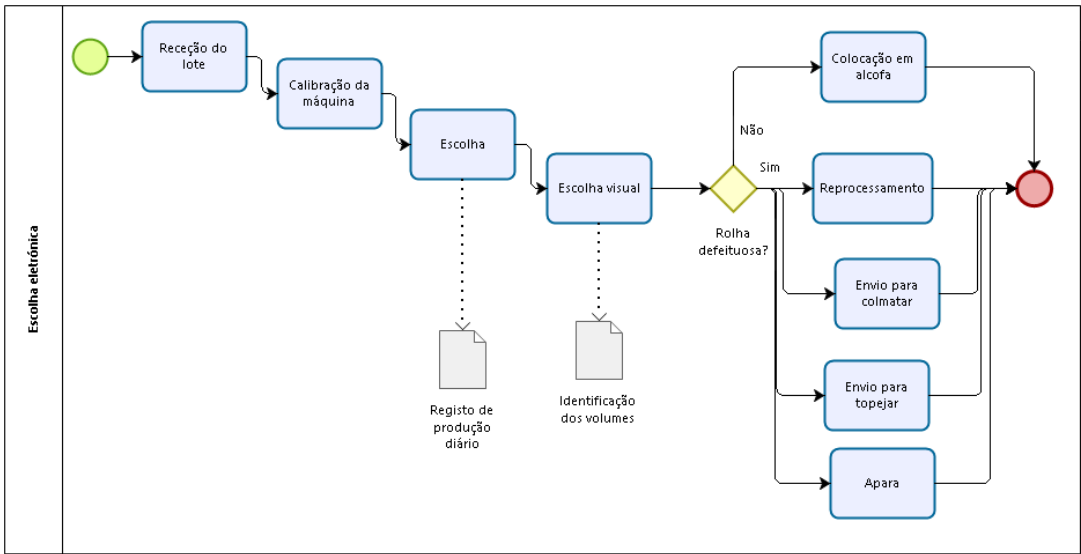


Figura 44- Fluxograma da lavagem PSA



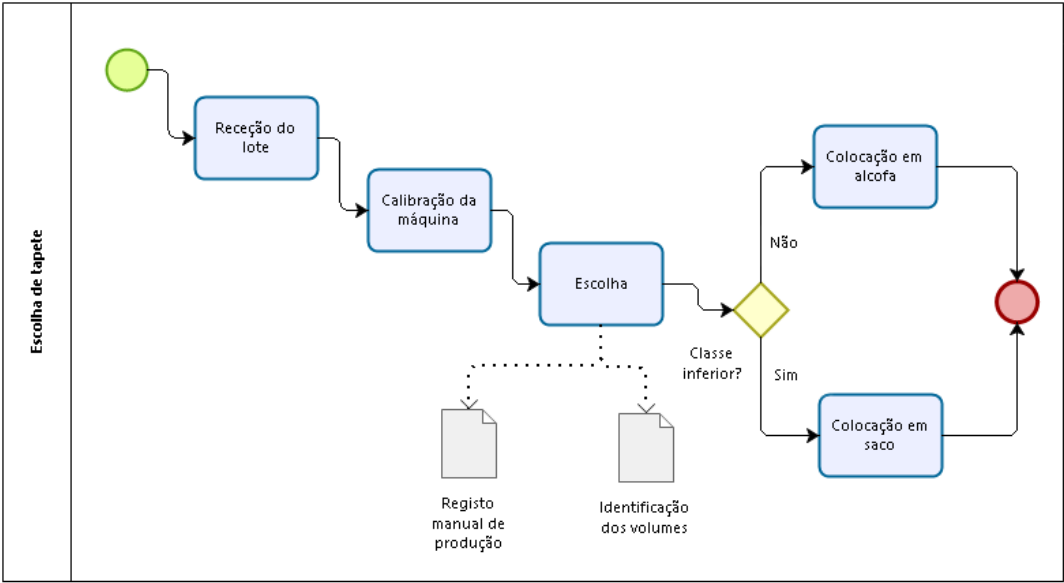
Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 45- Fluxograma do Rosa Evolution®



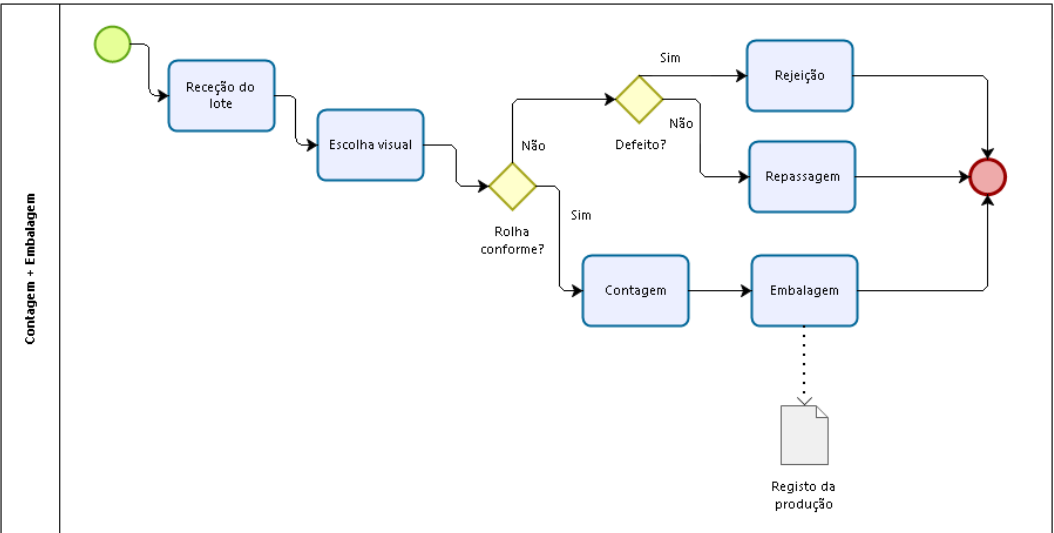
Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 46- Fluxograma da escolha eletrónica



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 47- Fluxograma da escolha de tapete



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 48- Fluxograma da contagem e embalagem PSA

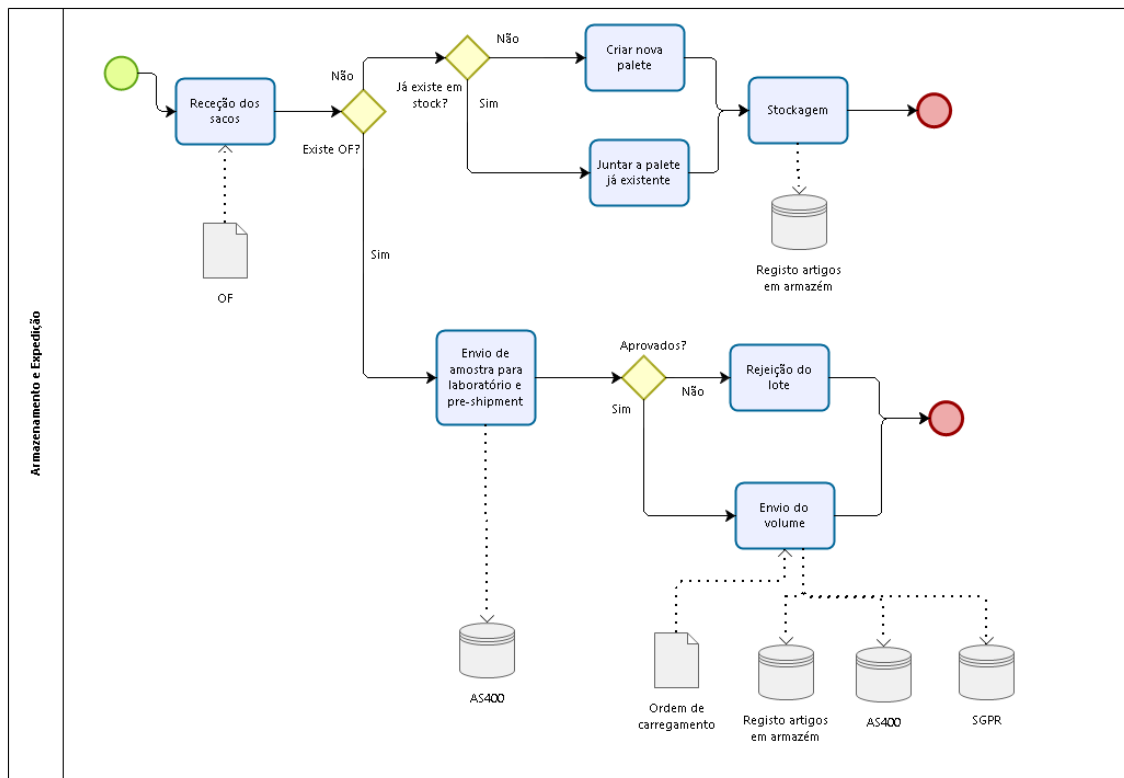
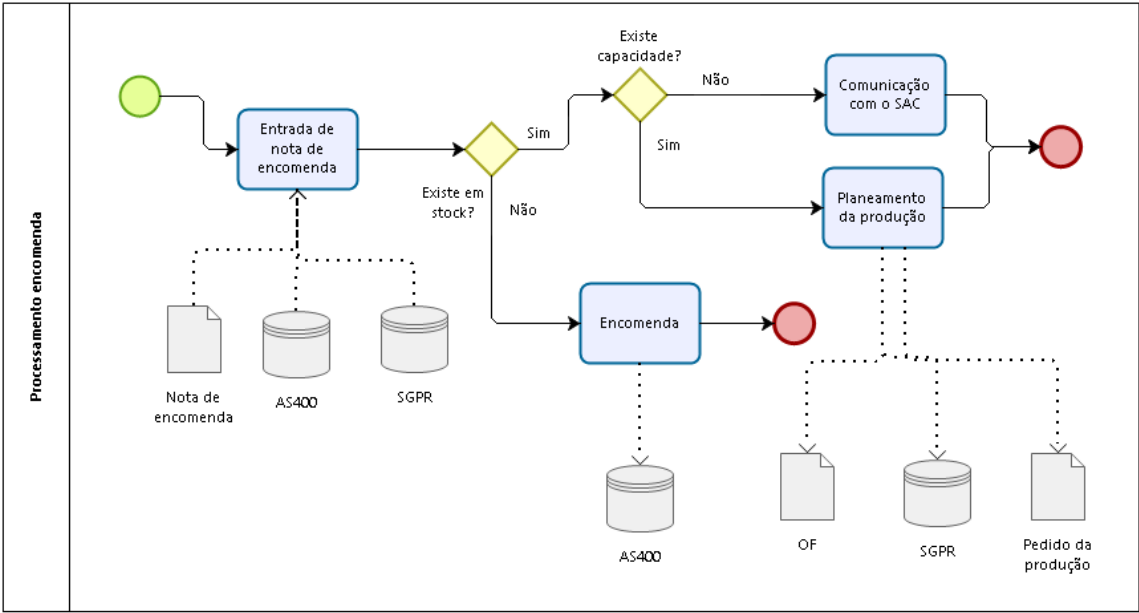


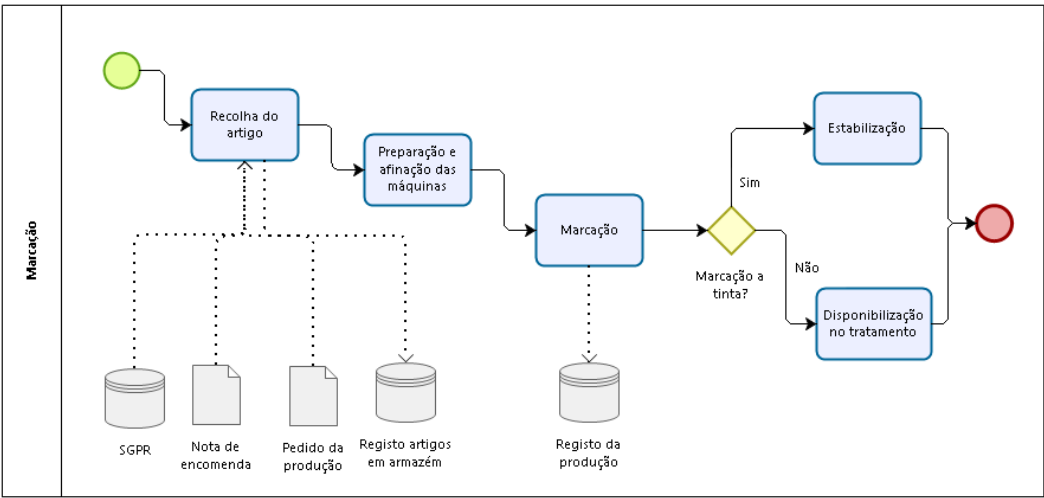
Figura 49- Fluxograma do armazenamento e expedição PSA

ANEXO B: Fluxogramas do Processo Produtivo do Produto Acabado



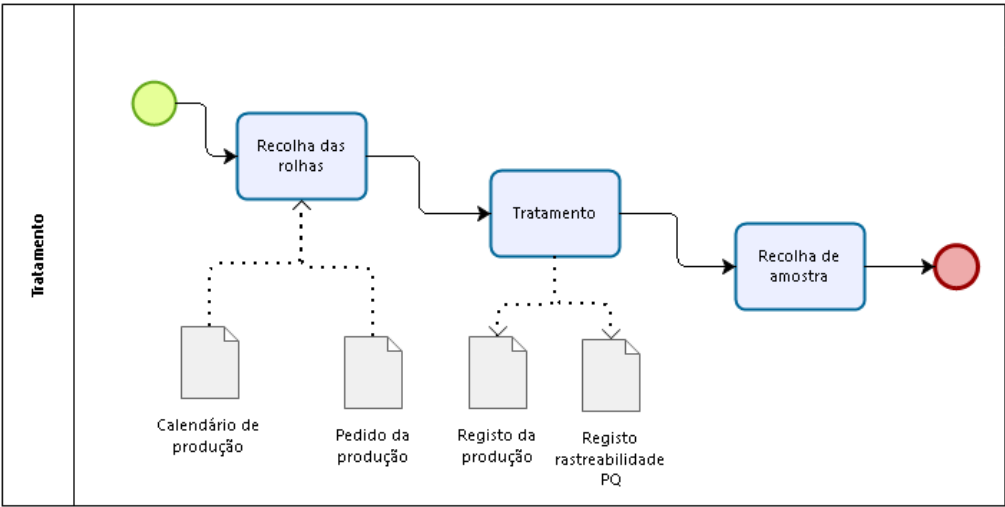
Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 50- Fluxograma do processamento de encomenda PA



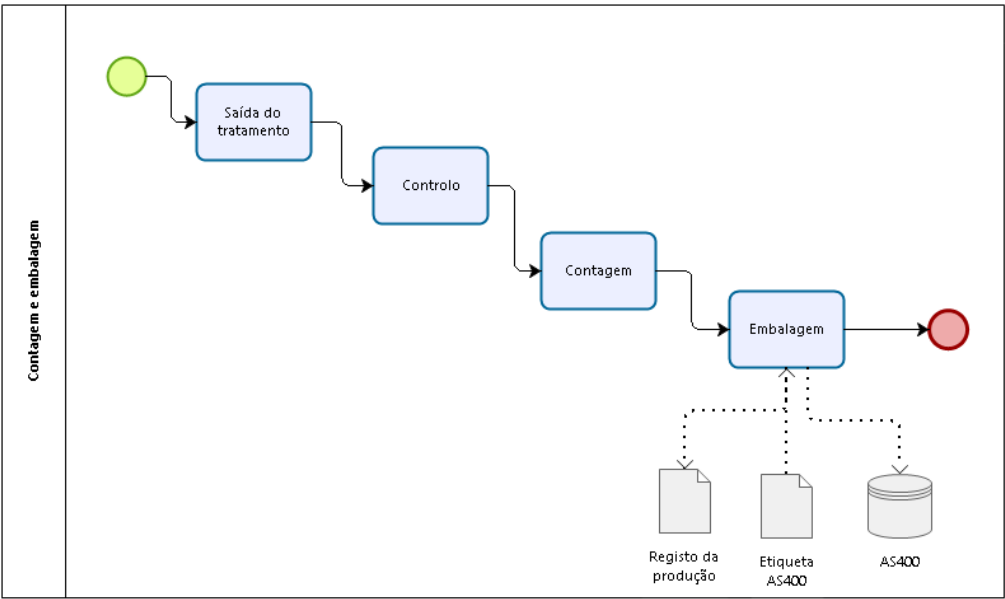
Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 51- Fluxograma da marcação PA



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 52- Fluxograma do tratamento PA



Powered by  
**bizagi**  
Modeler

Figura 53- Fluxograma da contagem e embalagem PA

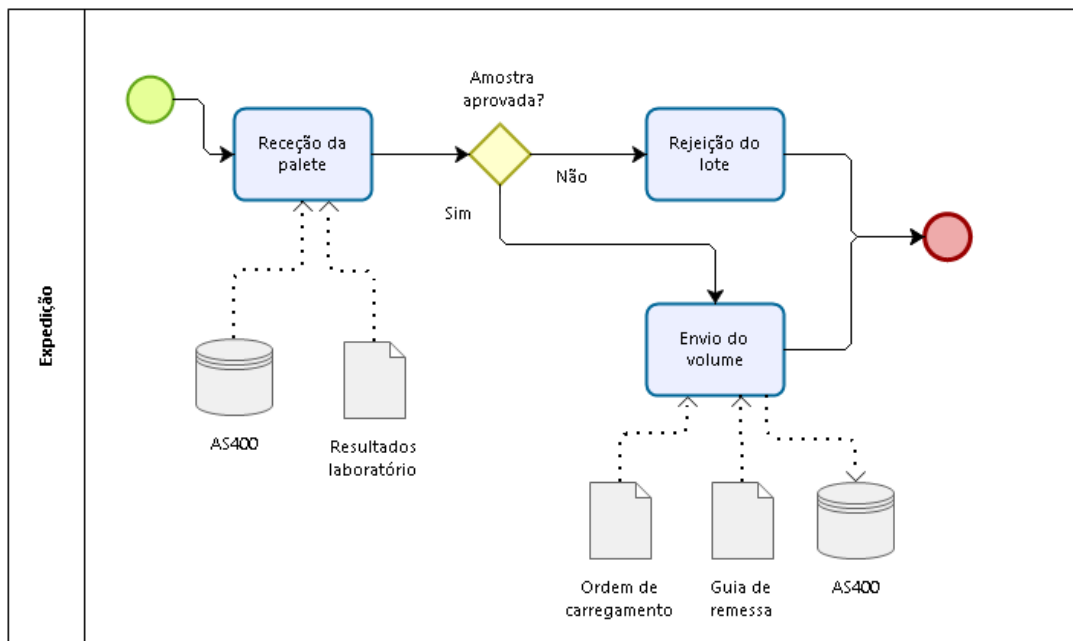


Figura 54- Fluxograma da expedição PA

ANEXO C: Fluxograma do Processo Produtivo NDtech

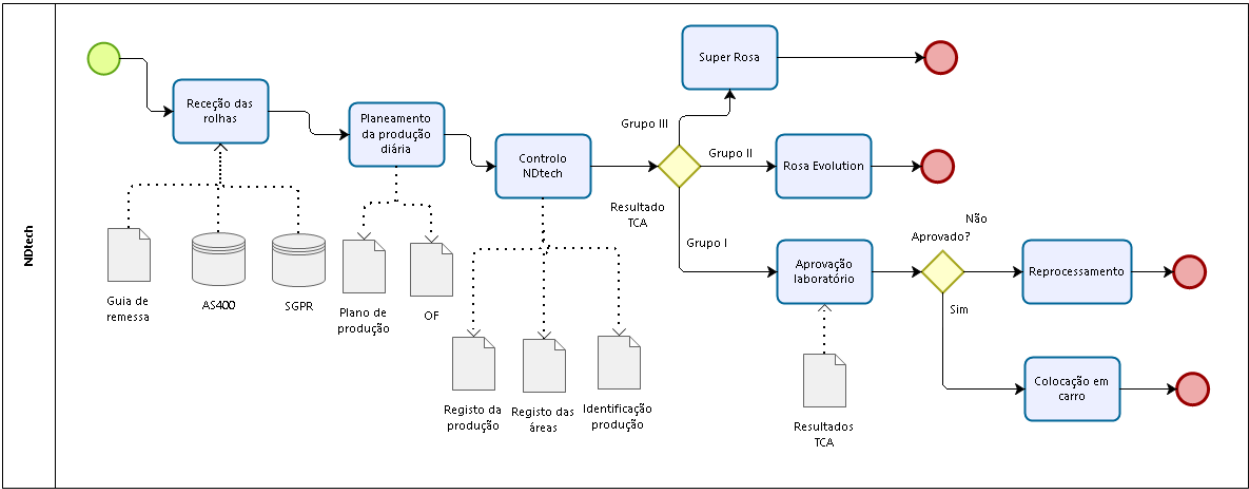


Figura 55- Fluxograma do NDtech



ANEXO D: Fluxograma do Processo Produtivo do Produto Semiacabado *TO-BE*

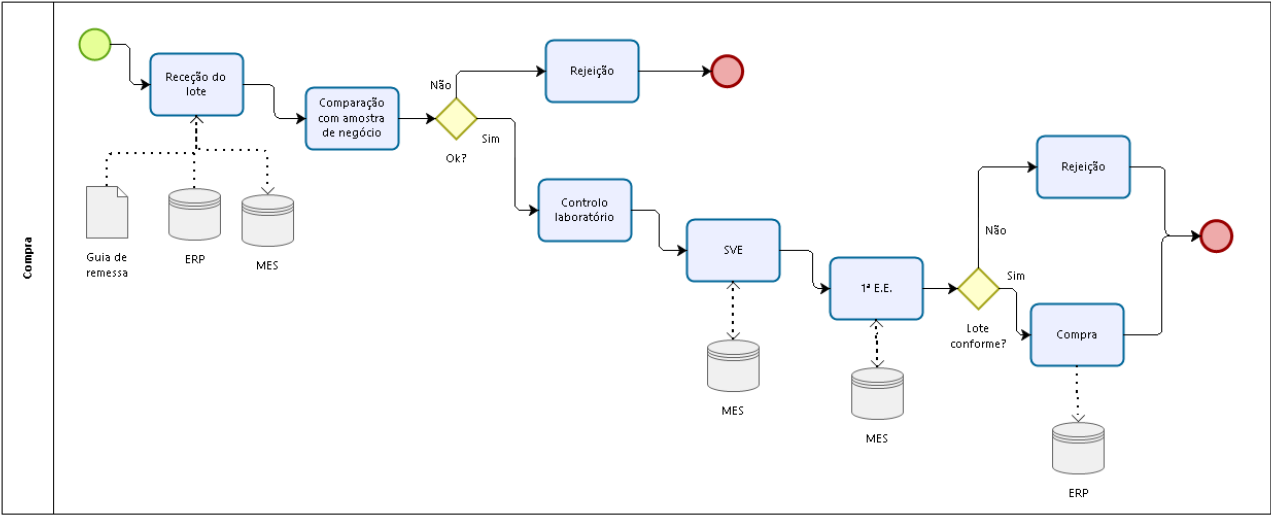


Figura 56- Fluxograma da receção PSA *TO-BE*

## ANEXO E: *Mockups* das Interfaces MES

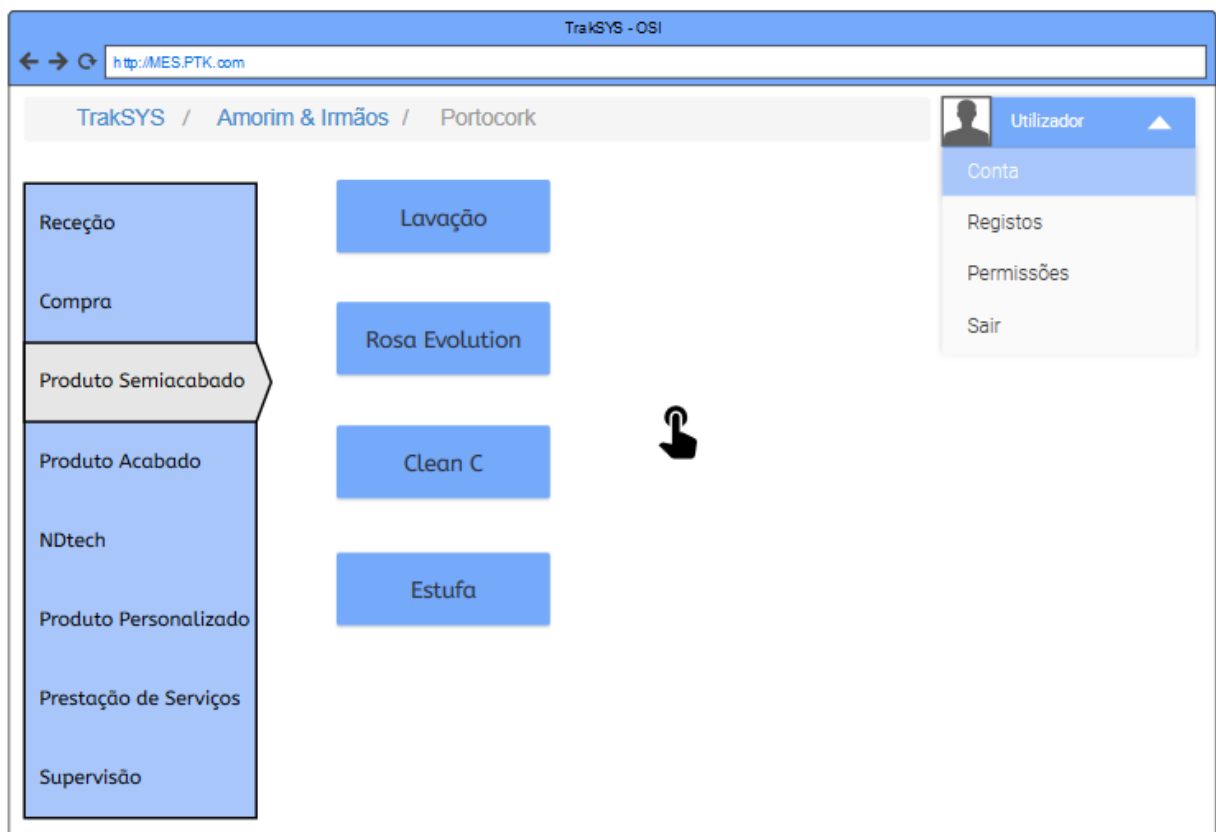


Figura 57- *Mockup* da interface MES (3)

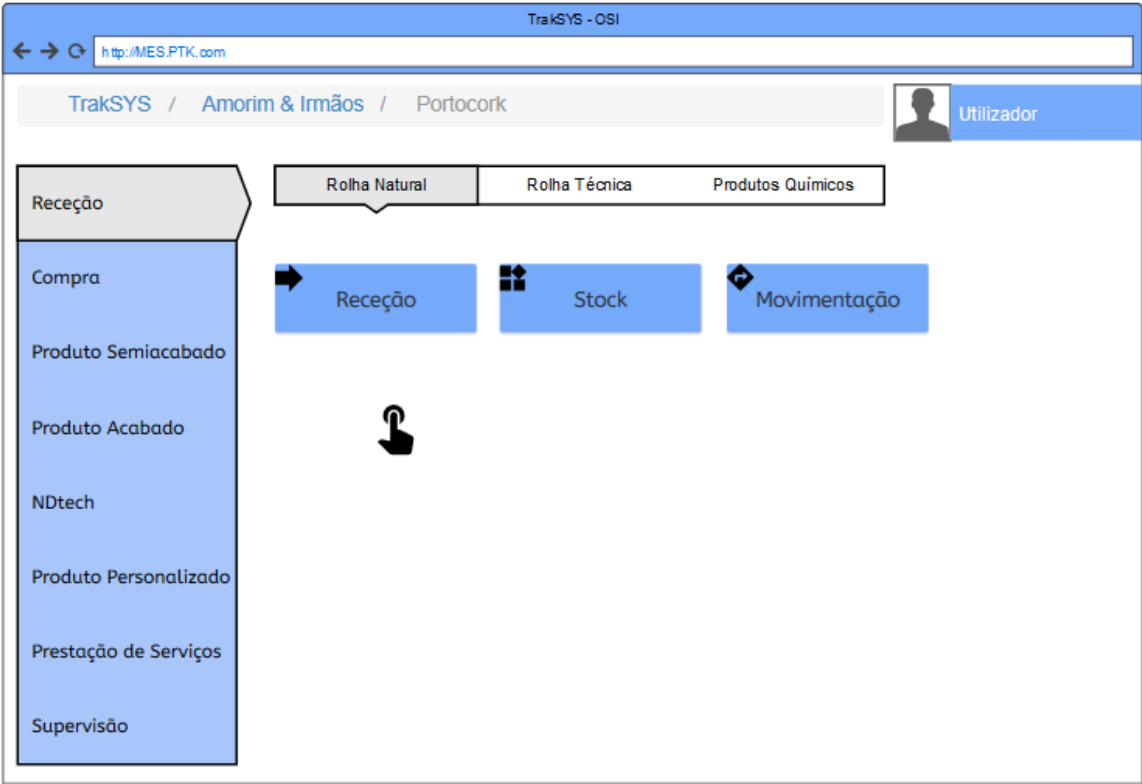


Figura 58- Mockup da interface MES (4)

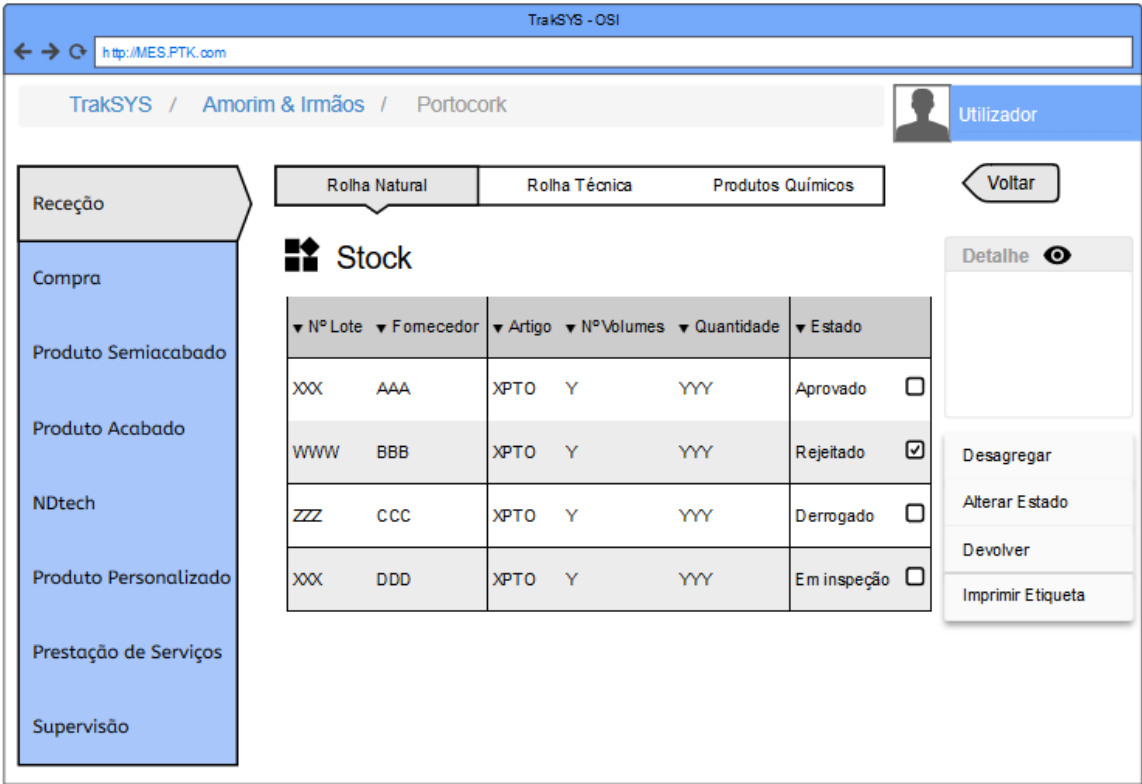


Figura 59- Mockup da interface MES (5)

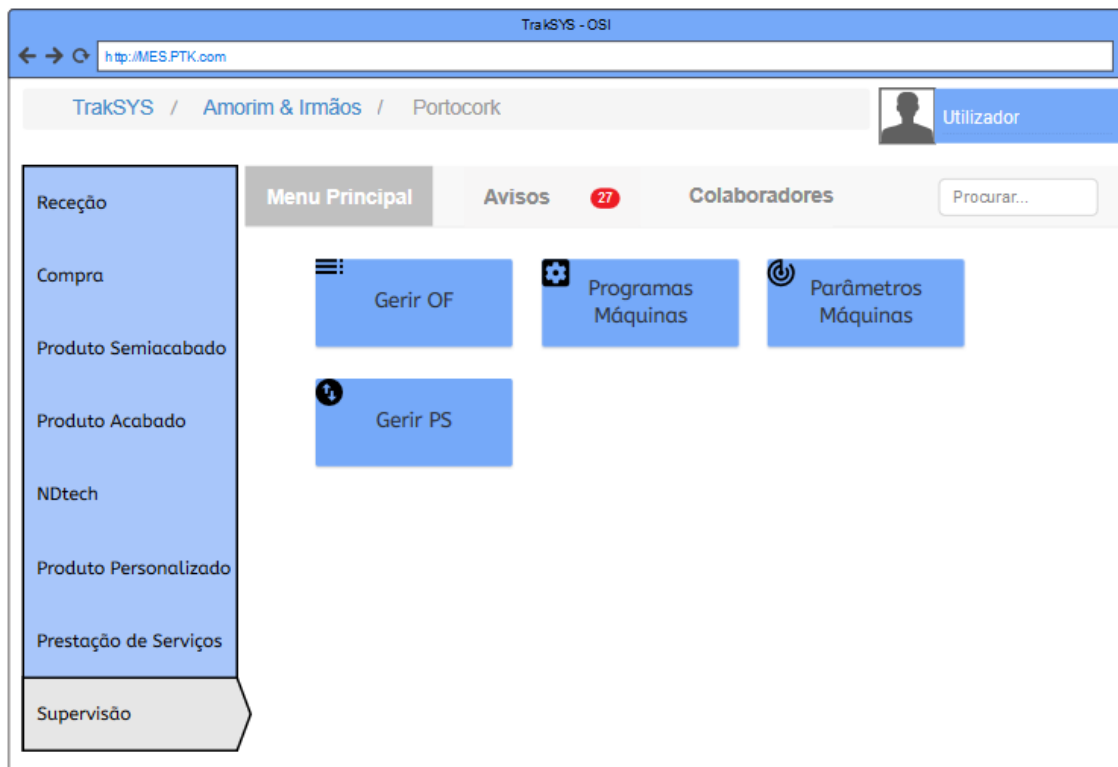


Figura 60- *Mockup* da interface MES (6)